

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

**A utilização de cascas de ovos da avicultura de postura à luz da teoria da economia
circular**

Maria Antônia Domingues Ramos Pires

PORTO ALEGRE

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

**A utilização de cascas de ovos da avicultura de postura à luz da teoria da economia
circular**

Maria Antônia Domingues Ramos Pires*

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronegócios da UFRGS com um dos requisitos para obtenção do grau de Doutora em Agronegócios.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Verônica Schmidt

Coorientador: Prof. Dr. Thiago José Florindo

PORTO ALEGRE

2023

* Engenheira Agrícola

CIP - Catalogação na Publicação

Pires, Maria Antônia Domingues Ramos

A utilização de cascas de ovos da avicultura de postura à luz da teoria da economia circular / Maria Antônia Domingues Ramos Pires. -- 2023.

125 f.

Orientadora: Verônica Schmidt.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. sustentabilidade ambiental. 2. ovoprodutos. 3. resíduos. 4. agrícola. 5. Brasil. I. Schmidt, Verônica, orient. II. Título.

Maria Antônia Domingues Ramos Pires

A utilização de cascas de ovos da avicultura de postura à luz da teoria da economia circular

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor no Programade Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela comissão formada pelos professores:

Prof.a. Dr^a. Verônica Schmidt
Orientadora e Presidente da Comissão

Prof. Dr. Thiago José Florindo
Co-orientador

Prof. Dr. Maurizio Silveira Quadro
Membro da Comissão

Prof.a. Dra. Gabriela Alegretti
Membro da Comissão

Prof.a. Dra. Andrea Troller Pinto
Membro da Comissão

Porto Alegre, 23 de março de 2023.

À Santa Nely Domingues Ramos e Felipe Alfredo Ramos

AGRADECIMENTOS

“Doutoriar” é um termo que ao que me conste não existe na língua portuguesa, mas minha mãe, Nely D. Ramos o utilizava constantemente para me calar, quando minhas argumentações estavam por demais alongadas. Dizia que para “doutoriar” eu deveria defender uma tese. Pois então querida mãe este dia chegou, o dia de defender uma tese de doutorado, infelizmente sem tua presença física. Assim início este agradecimento, através de minha mãe que sempre me estimulou a ir além, a não ter medo e a superar meus limites. Especialmente por se tratar de uma mulher que nunca frequentou uma escola formal e mesmo assim desenvolveu uma carreira profissional admirável como modista.

Agradeço também meu amado pai Felipe Alfredo Ramos, um mecânico agrícola que foi a inspiração para minha escolha de carreira profissional a Engenheira Agrícola. Com ele desde muito criança eu vivi os ambientes de produção agrícola, de maneira alguma me impôs qualquer limitação, sobre ser ou não coisa de menina, o que seria perfeitamente compreensível para um homem nascido no ano de 1928, dele sempre tive estímulos positivos.

Agradecer é sempre um grande desafio, especialmente porque muitas são as pessoas e situações a quem devemos consideração e gratidão. Neste tempo tão desafiador, em virtude da pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, que desorganizou nossas vidas e projetos pessoais; agradeço a fé que herdei de meus pais, ela foi meu suporte real nos momentos mais difíceis até chegar este momento de defesa da tese de doutorado. No auge da pandemia (metade do doutoramento), passamos pelo falecimento de minha estimada sogra Iolanda Pires, pelo adoecimento grave de meu esposo e meu próprio adoecimento por Covid 19, esses eventos deixaram marcas profundas, sequelas cognitivas e intelectuais temporárias. Que foram agentes complicadores para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Naturalmente a estrutura familiar que me cerca permitiu a ousadia de iniciar um doutoramento aos 50 anos, não foi uma escolha simples, mas possível pelo apoio incondicional de meu marido Mario A. Pires e filhos João Alfredo, Carlos Felipe e José Miguel que compreenderam minhas ausências, dividiram as tarefas doméstica. Agradeço pelas inúmeras vezes que entenderem quando sua mãe estava desligada do mundo só pensando na tese; este apoio e amor foi ainda mais intenso nos dias em que as coisas ficaram mais complicadas. Ainda no círculo familiar agradeço ao meu querido irmão Carlos Alberto Ramos pela parceria na vida e por suas sempre adequadas correções linguísticas.

Obviamente chegar até aqui foi uma longa caminhada acadêmica, de forma simbólica elenco 4 professores muito especiais em minha vida e através deles agradeço a todos os professores que tive e ainda terei na vida.

Início agradecendo ao Prof. Dr. Alfredo Luís Mendes d' Avila, meu paraninfo pessoal de graduação (uma honra que eu atribuí de maneira informal, já que minha formatura foi de gabinete), sua sensibilidade e humanidade o levou a orientar uma jovem mãe no início da carreira profissional, inclusive avalizando o meu primeiro emprego no estado da Bahia.

Agradeço minha orientadora de mestrado Prof.^a Dr^a Andrea Troller Pinto que teve a árdua tarefa de me reapresentar ao mundo acadêmico e a todos os novos recursos da atividade de pesquisa científica.

Também agradeço a orientação inicial do doutorado, feita pela Prof.^a Dr^a Ângela Rozane Leal de Souza, através de sua orientação pude retirar alguns “véus” que permitiram a minha compreensão sobre o que realmente me motivava a seguir adiante no doutoramento. Além de seu apoio carinhoso durante o supracitado período de adoecimento em minha família.

Para finalizar agradeço minha orientadora Dr^a Verônica Schmidt, por seu apoio constante, pelo estímulo e questionamentos sempre bem colocados e com o intuito de evolução constante. Bem como por sua compreensão e apoio nos momentos de minhas maiores limitações cognitivas e intelectuais. Sua simplicidade e objetividade são inspiração que levarei para a vida.

Finalmente agradeço as empresas que contribuíram para a fase final desta tese de doutorado, respondendo através de seus especialistas o instrumento de pesquisa; tanto pelas informações quanto pelo tempo despendido para tal atividade, em detrimento de suas tarefas diárias nos ambientes de produção. Esta parceria aproxima e cria pontes entre dois mundos, que muitas vezes parecem distantes, o corporativo e o acadêmico.

RESUMO

PIRES, M.A.D.R. **A utilização de cascas de ovos da avicultura de postura à luz da teoria da economia circular**. 2023. 125 f. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

Os ovos de galinha são alimentos nutritivos e a avicultura de postura é uma cadeia produtiva complexa, que vem sofrendo transformações, em consonância com aquelas verificadas na sociedade. O volume produzido foi ampliado, as maneiras como estes ovos são produzidos também passou por transformações e obviamente esses eventos geraram fatos positivos como a redução de impactos ambientais e segurança alimentar (seja pela regularidade da oferta do produto ou por sua inocuidade). No entanto, este desenvolvimento trouxe consigo a intensificação da geração de resíduos e os problemas ligados ao seu descarte e ou destino/aproveitamento. A tese aqui apresentada discute o aproveitamento de um destes resíduos - a casca de ovo, avaliada sob a ótica da economia circular e da consequente circularidade de nutrientes. Nela são tratados assuntos como a relação entre a economia circular e a produção agrícola, avaliada em uma revisão de literatura onde verificou-se que a economia circular e a produção agrícola estão interligadas fortemente pela reutilização de resíduos. Também foram verificadas, através da análise de séries temporais, a perspectiva para o setor quanto ao volume produzido e a representatividade do Brasil no mercado internacional de ovos. As formas de reutilização das cascas de ovos foram exploradas, tendo como resultado uma diversidade ampla de aproveitamento possíveis segundo estudos e pesquisas científicas em diferentes áreas do conhecimento. Tal revisão lastreou uma pesquisa de campo, realizada em empresas produtoras de ovoprodutos no Brasil, as quais foram selecionadas por ser a casca de ovo um de seus principais resíduos e porque, nelas, a casca pode ser quantificada de maneira direta, além de viabilizar sua reutilização. Desta forma, buscou-se compreender como a casca de ovo vem sendo destinada em tais empresas e a compreensão destas empresas sobre o tema Economia Circular. Os resultados obtidos indicam que o Brasil ocupa um lugar de destaque na produção mundial de ovos, a industrialização de ovos vem sendo fomentada no Brasil e, conseqüentemente, a reutilização de cascas é uma questão a ser tratada com seriedade e, preferencialmente, como fonte de nutrientes - como o cálcio, seja de formas mais tradicionais como a fertilização de solo, ou em produtos especializados como é o caso de insumo para indústria farmacêutica, na produção de componentes eletrônicos, na produção de biocombustíveis ou, ainda, como descontaminante de ar, água e solo. Tais possibilidades de utilização são comprovadas em diversas pesquisas científicas. No entanto no Brasil, estas iniciativas ainda são tímidas, necessitando de coordenação dos setores interessados para sua viabilização, tornando o bio-resíduo casca de ovo num coproduto com valor agregado, interessante para aqueles que precisam destinar um resíduo com valor energético e aplicação viáveis e, também, vantajoso para empresas que pretendem tornarem-se sustentáveis do ponto de vista ambiental utilizando insumos não oriundos de jazidas naturais e promovendo, assim, efetivamente a transição de uma economia linear para a circular.

Palavras-chave: sustentabilidade ambiental, ovoprodutos, resíduo, agrícola, Brasil

ABSTRACT

Chicken eggs are nutritious food and laying poultry is a complex production chain, which has been undergoing transformations, in line with those verified in society. The volume produced was increased, the ways in which these eggs are produced also underwent transformations and obviously these events generated positive facts such as the reduction of environmental impacts and food safety (either due to the regularity of the product supply or its harmlessness). However, this development brought with it the intensification of waste generation and the problems related to its disposal and/or destination/use. The thesis presented here discusses the use of one of these residues - the eggshell, evaluated from the perspective of the circular economy and the consequent circularity of nutrients. It deals with issues such as the relationship between the circular economy and agricultural production, evaluated in a literature review where it was found that the circular economy and agricultural production are strongly interconnected by the reuse of waste. It was also verified, through the analysis of time series, the perspective for the sector regarding the volume produced and the representativeness of Brazil in the international egg market. Ways to reuse eggshells were explored, resulting in a wide range of possible uses according to studies and scientific research in different areas of knowledge. This review supported field research carried out in companies that produce egg products in Brazil, which were selected because eggshell is one of their main residues and because, in them, the shell can be directly quantified, in addition to enabling its reuse. In this way, we sought to understand how the eggshell has been destined in such companies and the understanding of these companies on the Circular Economy theme. The results obtained indicate that Brazil occupies a prominent place in the world production of eggs, the industrialization of eggs has been encouraged in Brazil and, consequently, the reuse of shells is an issue to be treated seriously and, preferably, as a source of nutrients - such as calcium, whether in more traditional ways such as soil fertilization, or in specialized products such as an input for the pharmaceutical industry, in the production of electronic components, in the production of biofuels or, even, as an air decontaminant, water and soil. Such possibilities of use are proven in several scientific research. However, in Brazil, these initiatives are still timid, requiring coordination of the interested sectors for their viability, making the eggshell bio-waste a co-product with added value, interesting for those who need to allocate a waste with energy value and viable application and , also advantageous for companies that intend to become sustainable from an environmental point of view by using inputs that do not come from natural deposits, thus effectively promoting the transition from a linear economy to a circular one.

Keywords: environmental sustainability, egg products, waste, agricultural, Brazil

Sumário

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO 1	12
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. ECONOMIA CIRCULAR.....	14
1.2. ECONOMIA CIRCULAR DE BASE BIOLÓGICA	17
1.3. O NUTRIENTE CÁLCIO E SEU CICLO NA NATUREZA	18
1.4. AVICULTURA DE POSTURA COMERCIAL BRASILEIRA.....	19
1.4.1. Caracterização da cadeia produtiva.....	19
1.4.2. Casca do ovo	22
1.5. PROBLEMA DE PESQUISA	23
1.6. OBJETIVOS	23
1.6.1. Objetivo Geral.....	23
1.6.2. Objetivos Específicos	23
CAPÍTULO 2.....	25
METODOLOGIA.....	25
2.1. BIO-RESÍDUO CASCA DE OVO, SUA RELAÇÃO COM A ECONOMIA CIRCULAR E PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO DE SUA GERAÇÃO NO BRASIL 26	26
2.2. REUSO DO BIO RESÍDUO CASCA DE OVO	26
2.3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO BRASILEIRA QUANTO AO DESTINO DADO AO BIO-RESÍDUO CASCA DE OVO, ORIUNDO DE INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE OVOS	27
CAPÍTULO 3	28
ECONOMIA CIRCULAR E SUA RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	28
CAPÍTULO 4	44
BRAZILIAN EGG INDUSTRY - CURRENT SITUATION, PERSPECTIVES, AND FUTURE CHALLENGES.....	44
CAPÍTULO 5	62
CASCAS DE OVOS: TRAJETÓRIA DOS ESTUDOS PARA SEU APROVEITAMENTO, FORMA E UTILIZAÇÃO SOB A ÓTICA DE CIRCULARIDADE DE RECURSOS NATURAIS	62
CAPÍTULO 6	82
CASCA DE OVO E SUA RELAÇÃO COM A ECONOMIA CIRCULAR	82
CAPÍTULO 7	101
DISCUSSÃO GERAL.....	101
7.1 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	102

BIBLIOGRAFIA	108
CURRICULUM VITAE RESUMIDO	114
APÊNDICE 1.....	115

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO

O ovo de galinha é um alimento de grande valor nutricional, acessível a todos os estratos sociais, versátil em sua aplicação gastronômica e sua produção constitui em uma cadeia produtiva complexa e com bom desempenho ambiental, quando comparada a outras proteínas de origem animal. No entanto, como qualquer outra atividade produtiva, gera resíduos que necessitam ter destinação adequada de forma a reduzir os impactos ambientais, tanto aqueles causados pelo descarte inadequado, como pela economia das reservas naturais (calcário por exemplo) nos casos em que os resíduos de uma atividade são utilizados como insumo em outros processos produtivos (LADU; MORONE, 2021).

A economia circular surge como uma alternativa para operacionalizar o desenvolvimento sustentável, neste sentido e a União Europeia (UE) lançou diretrizes para impulsionar este conceito. Tais diretrizes indicam a necessidade da transição de uma economia linear (extrai, usa e descarta) para uma circular, com o fechamento do ciclo através da reciclagem, reuso e redução do consumo (3 R). Os resultados dependem diretamente da eficiência de reciclagem de resíduos e subprodutos, de forma a gerar benefícios econômicos e ambientais (QUINA; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017). Sendo este o assunto tratado no capítulo 03 deste documento, a relação entre economia circular, a produção agrícola e a importância de reutilizar os bio-resíduos provenientes dela.

A tese versa sobre esta temática, especificamente no que se refere ao aproveitamento de cascas de ovos, as quais são constituídas em 95% de carbonato de cálcio, sendo considerada por muitos estudiosos uma alternativa viável para substituir o cálcio extraído da natureza. O capítulo 04 desta tese é composto por um estudo sobre o mercado da avicultura de postura, volume de produção, projeções da atividade e seus desafios. Compondo assim a justificativa de tornar a avicultura de postura o objeto de pesquisa e o debruçar de esforços acadêmicos em seu estudo.

A escolha da avicultura de postura como objeto de análise se deve a dois fatores principais. O primeiro, o crescimento da produção comercial de ovos verificada no Brasil nos últimos 20 anos (capítulo 04) e, pelas projeções de crescimento futuro, inclusive para atender o mercado internacional no fornecimento de ovos em suas diferentes apresentações, seja *in natura* ou como ovos processados (ovoprodutos).

O segundo motivo desta escolha vem de um estudo de Pires (2019), uma avaliação de ciclo de vida da produção automatizada de ovos no Rio Grande do Sul, região sul do Brasil. Nele foram identificados impactos ambientais, que apesar de serem inferiores aos gerados nos

processos produtivos de outras proteínas de origem animal, indicaram a existência de oportunidades de melhorias no desempenho ambiental, através da gestão de resíduos, entre estes o aproveitamento da casca de ovos, sob a ótica da economia circular, sendo este o eixo central deste estudo (PIRES, 2019).

A produção de ovos experimentou transformações relevantes para atender a demanda crescente pelo produto, especialmente após a queda das restrições impostas ao seu consumo durante 50 anos, reconduzindo o ovo a categoria de alimento nutritivo e nutracêutico (VIZZOTTO, KROLOW, 2010; MCNAMARA, 2015). No entanto este crescimento precisa estar alinhado com a sustentabilidade em suas dimensões social, ambiental e econômica, sem deixar de garantir a segurança alimentar deste valioso produto, tanto no que se refere a quantidade produzida ser suficiente para atender a demanda, quanto sobre sua inocuidade (PELLETIER *et al.*, 2018a). Observando a importância do acesso de populações dos estratos sociais menos privilegiados (do ponto de vista econômico) a este alimento deve ser garantido em decorrência de sua importância nutricional (FAO, 2015).

Como forma de fundamentar o problema de pesquisa e delinear os objetivos, realizou-se uma revisão na literatura sobre a cadeia produtiva da avicultura de postura brasileira e na base teórica que fundamenta a metodologia a ser utilizada: a Economia Circular. O resultado desta revisão compõe a sequência desta etapa introdutória da tese.

1.1. ECONOMIA CIRCULAR

O consumo da sociedade está organizado de forma linear, modelo no qual os recursos naturais são extraídos, servem de matéria-prima na produção bens de consumo e tais produtos, após sua utilização, são descartados ou geram resíduos que, da mesma maneira, são descartados no meio ambiente. Desta forma, são consumidos combustíveis fósseis, minerais, água e oxigênio e descartadas as emissões gasosas e líquidas no solo, água e ar, além de resíduos sólidos descartados em aterros sanitários. Esta atitude pressiona todo o sistema, de um lado esgotando recursos naturais e de outro, a impossibilidade da natureza de processar todos os rejeitos da produção (KOVANDA; HAK, 2007).

Este modelo passou a ser repensado há algumas décadas e um destes pensadores foi o economista britânico Kenneth Boulding, considerado por muitos como o pai do termo “Economia Circular”. Fato atribuído à publicação de um artigo em 1966 (“*The economics of coming spaceship earth*”), onde era defendida a ideia de circularidade econômica como forma de torná-la sustentável, objetivando elevar a qualidade geral de vida e diminuindo as pressões ambientais (KOVANDA; HAK, 2007). Este fenômeno é chamado de desacoplamento, ou seja,

dissociar a degradação ambiental do desenvolvimento econômico, considerando a proteção dos recursos naturais e a proteção da saúde humana como aspectos essenciais do desenvolvimento econômico (ESPOSITO *et al.*, 2020).

A sustentabilidade está relacionada à economia circular por considerar três aspectos: impacto ambiental, escassez de recursos naturais e benefícios econômicos. Assim sendo, a União Europeia em 2015, divulgou um plano de ação com o propósito de realizar a transição de uma economia linear para circular. Este evento pode ser citado como impulsionador do conceito de “Economia Circular”, centralizando e catalisando o desenvolvimento sustentável através do fechamento de ciclo (QUINA; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017).

A “Economia Circular” é inspirada na natureza, onde o resíduo de uma espécie é o alimento de outra e a soma fornece energia (WEETMANN, 2019). Segundo diretrizes europeias, a casca de ovo é enquadrada como um biomineral antropogênico, com elevado teor de carbonato de cálcio. São considerados antropogênicos aqueles resíduos resultantes da influência do ser humano sobre a natureza e considerados bons candidatos a serem integrados no contexto da economia circular (QUINA; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017).

Assim sendo, podemos dizer que conceituar economia circular ainda é uma tarefa um tanto complexa, tendo em vista que pode ser considerado um termo guarda-chuva que abriga uma diversidade de ideias, tornando sua definição pluralista (VELENTURF *et al.*, 2019). Neste sentido, aceitaremos que uma economia circular (EC) pode ser definida como um modelo econômico voltado para o uso eficiente de recursos através da minimização de resíduos, retenção de valor a longo prazo, redução do uso de recursos primários e ciclos fechados de produtos, peças de produto e materiais, respeitando os limites de proteção ambiental e benefícios socioeconômicos (MORSELETTO, 2020b).

A EC ainda pode ser definida como sendo uma economia restauradora e regenerativa. Tal afirmação motivou um estudo em que seu autor propôs estabelecer claramente o que se entende com sendo restauração e regeneração, no contexto da economia circular. Assim sendo, MORSELETTO (2020a), tomando como pano de fundo o diagrama de borboleta de Ellen Macarthur Foundation e em seus fluxos biológicos e técnicos, propôs as seguintes definições:

Restauração – Retorno a uma condição anterior ou original, sendo uma definição simples que respeita a etimologia e está de acordo com a maioria das interpretações na literatura sobre EC, sendo um conceito mais aplicável ao fluxo técnico.

Regeneração – Trata da promoção da capacidade de autorrenovação dos sistemas naturais, com o objetivo de reativar processos ecológicos danificados ou sobre explorados pela ação humana, sendo um termo mais aplicável aos fluxos biológicos.

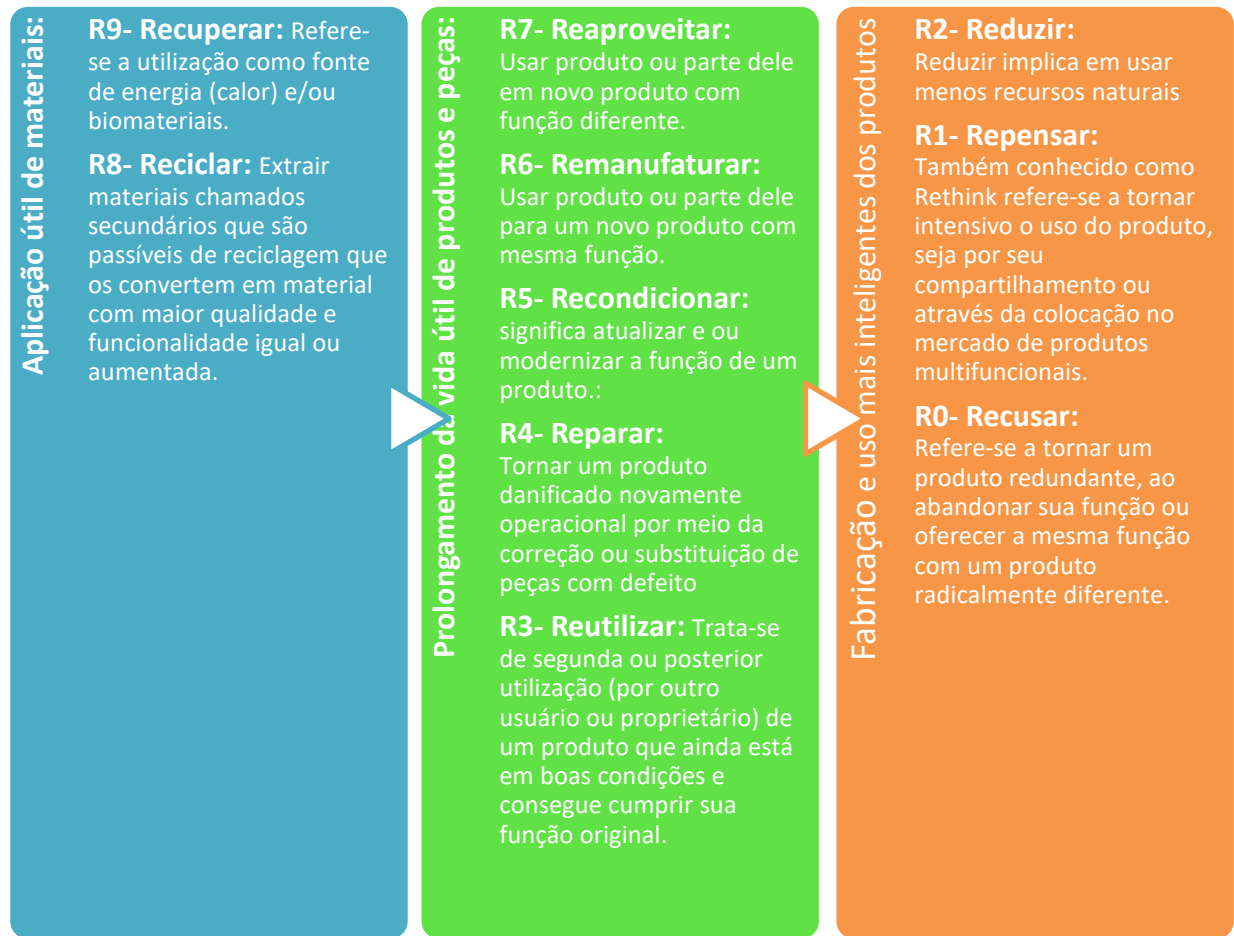
A economia circular, que trata do fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos através do “círculo de valor”, tem como base três princípios fundamentais:

1. Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis.
2. Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo tanto no ciclo técnico como no ciclo biológico.
3. Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

A economia circular é bastante relacionada aos 3R Imperativos - reduzir, reutilizar e reciclar, que mesmo constituindo uma boa referência de EC na teoria e prática, outros tantos R são sugeridos, permitindo a maior retenção de valor possível de recursos ao longo de vários ciclos de vida do produto. Uma das tipologias sugeridas contempla 10Rs (Figura 2), classificados em três categorias de alcance de sua atuação e nível de circularidade, indo de R0 até R9, onde o “0” é o maior nível de circularidade e o “9” o menor (MORSELETTO, 2020b).

Desta forma, um nível mais alto de circularidade indica que os materiais permanecem no circuito produtivo por um período mais longo e podem ser aplicados novamente após o produto ser descartado. Tal condição resulta em menor uso de recursos naturais para reabastecer os processos produtivos e, desta forma, evitar a extração de elementos das reservas naturais o que configura uma ação que beneficia, de modo geral, o meio ambiente (POTTING et al., 2017).

Figura 1 - Classificação de 10 estratégias para promover a economia circular, segundo o propósito e nível de circularidade.



Fonte: Elaborado com base nos trabalhos de (MORSELETTO, 2020b) e (REIKE; VERMEULEN; WITJES, 2018).

1.2. ECONOMIA CIRCULAR DE BASE BIOLÓGICA

A economia circular propõe que o valor dos produtos e materiais seja mantido pelo maior tempo possível (valor pela energia neles contida e financeiro), através da gestão de resíduos nos fluxos técnicos e biológicos, sendo este o ponto central para transição de uma economia linear para circular (VANHAMÄKI *et al.*, 2020).

No entanto, as estratégias em cada fluxo podem variar, conforme o resíduo considerado. Neste projeto, pode-se considerar a utilização do termo “Economia Circular de base biológica”, uma vez que é proposto o estudo de aspectos de circularidade através da gestão de um bio-resíduo, a casca de ovo.

A economia circular em seu ciclo técnico concentra-se em reciclar, reutilizar e prolongar a vida útil de produto, enquanto no ciclo biológico o foco é manter os nutrientes em fluxo o maior tempo possível. Este é um ponto importante de convergência entre economia circular e bioeconomia. Através do aproveitamento de bio-resíduo é promovida a circularidade de seus

elementos e reduzida a extração de novos elementos de jazidas naturais (essencialmente finitas). A economia circular e a bioeconomia podem ser consideradas interdependentes no sentido de maximizar seus impactos sociais e econômicos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

A economia circular de base biológica (também chamada de bioeconomia circular) está relacionada aos recursos renováveis e à eficiência máxima em sua utilização, através da gestão de resíduos respeitando uma hierarquia na ordem de reciclagem, com a intenção de otimizar a sustentabilidade e usos eficiente dos recursos, elementos ou nutrientes. Pode-se também dizer que está focada em dar novo uso para materiais orgânicos, através de sistemas sustentáveis de produção de alimentos considerando que a sustentabilidade, neste caso, pode ser considerada a capacidade de manter-se produtivo por um período indefinido (VANHAMÄKI *et al.*, 2020).

1.3. O NUTRIENTE CÁLCIO E SEU CICLO NA NATUREZA

A humanidade e os processos implementados por ela, como a urbanização, industrialização, intensificação da produção agrícola, entre outros, acelerou a circulação de muitos materiais, sobrecarregando os processos naturais de equilíbrio e conduzindo à alteração do ciclo natural de nutrientes, tornando-os imperfeitos ou acíclicos, resultando na situação paradoxal de “muito pouco aqui e excesso ali” (ODUM, 2018). A superexploração de jazidas naturais de nutrientes essenciais, como o cálcio, desequilibra o sistema e ratificando a importância de sua reciclagem (MORRIS; BACKELJAU; CHAPELLE, 2019).

O cálcio, abundante na casca de ovos, é um exemplo deste uso intensivo, o elemento é suplementado na nutrição das aves, criadas de forma intensiva, independente do sistema de alojamento (em gaiolas ou não). Após consumidos estes ovos, suas cascas são descartadas, se este descarte é realizado de forma difusa, o reaproveitamento do nutriente acontece, mas de forma lenta e desorganizada. Esse processo pode ser otimizado através de seu reuso como insumo de outros processos produtivos, economizando as reservas naturais.

O cálcio, do ponto de vista da ecosfera, possui um ciclo bioquímico do tipo sedimentar, ou seja, o seu reservatório está na crosta terrestre (solo e água), sendo considerado o quinto elemento de maior abundância na natureza. A principal fonte deste elemento, ou nutriente, na natureza são as rochas sedimentares calcárias, sendo considerado um composto inorgânico essenciais para a vida, como tal pode ser convenientemente designado de ciclagem dos nutrientes. O ciclo de nutriente também pode ser dividido em dois compartimentos ou estoques: (1) estoque reservatório, um componente grande, de movimento lento e, em geral, não biológico; e (2) estoque lábil ou de ciclagem, uma porção menor, porém mais ativa, que faz

permuta (move-se nos dois sentidos) rapidamente entre os organismos e seu ambiente imediato, neste estoque (2) podemos categorizar as cascas de ovos (ODUM, 2018).

O cálcio desempenha funções variadas nos seres vivos, como a formação das paredes celulares dos vegetais, função estrutural nos animais seja na formação de esqueletos e estruturas de proteção (conchas e cascas), além de participar de funções metabólicas como, por exemplo, contrações musculares, impulsos nervosos, controle de acidez do sangue, divisão celular, controle hormonal e na coagulação sanguínea. Assim, mesmo sendo um elemento abundante seu uso também é intenso, somado a este fato o evidente gasto energético para sua extração, transporte e beneficiamento (ODUM, 2018).

A casca de ovo constitui-se em uma fonte de estoque lábil do nutriente cálcio, cerca de 95% de sua composição é carbonato de cálcio, também é adequado considerá-la um biomineral antropogênico - por tratar-se de resíduos resultantes da influência do ser humano sobre a natureza, são considerados bons candidatos a serem integrados no contexto da economia circular (QUINA; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017). As possibilidades de reutilização deste bio-resíduo vêm sendo pesquisadas e sua viabilidade como fonte alternativa de cálcio comprovada. A reutilização de subprodutos agroindustriais pode representar uma fonte renovável originando novos insumos de valor agregado, o que beneficiará todo o sistema alimentar (FAUSTINO *et al.*, 2019).

1.4. AVICULTURA DE POSTURA COMERCIAL BRASILEIRA

1.4.1. Caracterização da cadeia produtiva

A produção comercial de ovos, também designada como “Indústria do Ovo”, por tratar de uma forma organizada e coordenada de produção, configura uma cadeia produtiva complexa, cuja organização garante, ao mercado consumidor, o volume necessário para abastecer o mercado, a qualidade do produto, regulação de preços e cumprimento das exigências legais estabelecidas (PIRES; PINTO, 2020).

Estudos indicam um bom desempenho ambiental da avicultura de postura comercial, alguns desses resultados, obtidos através da Avaliação de Ciclo de Vida, são apresentados no quadro 1. Os resultados apresentados mostram a similaridade de valores, consideradas a unidade funcional (UF) dos diferentes estudos, com relação aos impactos ambientais da produção de ovos. Já os resultados de estudos que comparam impactos de diferentes décadas, apontaram sua redução na ordem de 30% (PIRES, 2019).

Quadro 1 – Resumo de resultados de impactos ambientais obtidos por avaliação de ciclo de vida (ACV) de diferentes produções de ovos comerciais

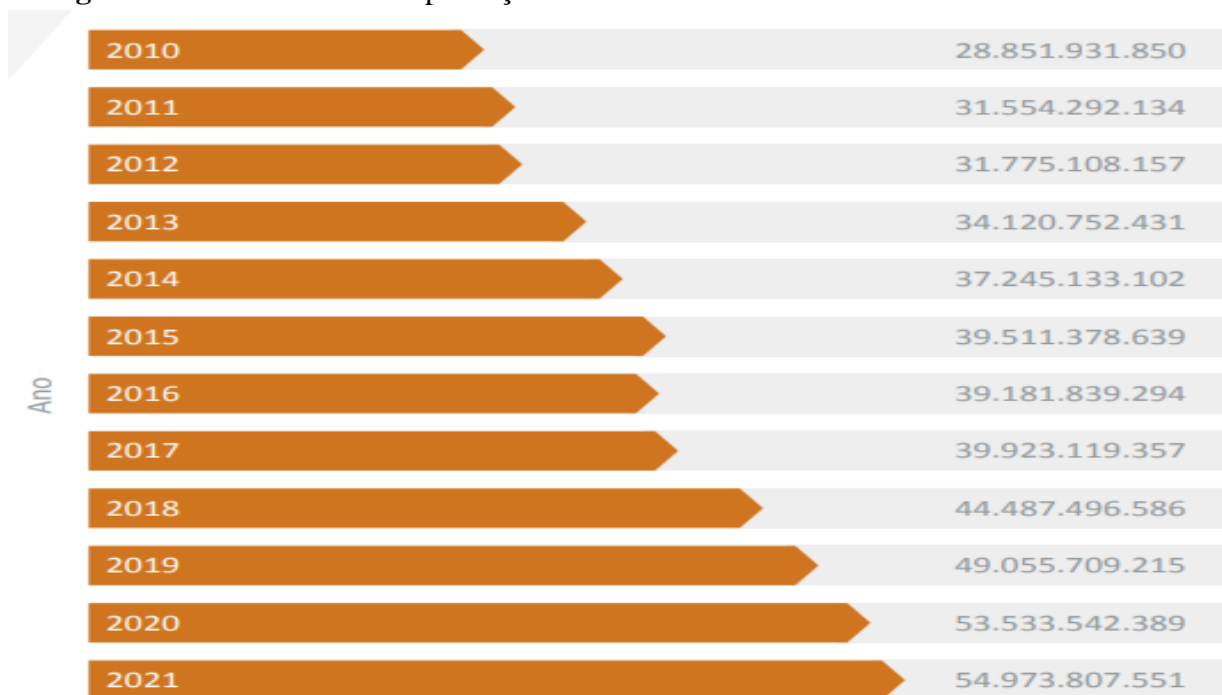
Estudo	Autores	Ano	Sistema de produção	País	UF	Acidificação (Kg SO ₂ -Eq)/1000 kg de ovos	Eutrofização (kg PO ₄ -Eq)/1000 kg de ovos	Mudanças Climáticas (Kg CO ₂ eq.)/ 1000 kg de ovos
Environmental analysis of posture poultry in intensive and automated systems in the south of Brazil	Ramos, M ^a Antônia D. R. Pires., Florindo, Thiago J., Pinto, Andrea T.	2019	Intensivo - Gaiolas convencionais	Brasil	1 ton ovos	6,85	4,17	1411,85
Environmental assesment of intensive egg production: A Spanish case study	Abin, R. , Laca, A. , Laca, A. , Diaz, M.	2018	Intensivo - Gaiolas enriquecidas	Espanha	13.344.000 ovos			3140
Changes in the life cycle environmental footprint of egg production in Canada from 1962 to 2012	Pelletier, N.	2018	Intensivo - Gaiolas convencionais	Canadá	1 ton ovos	1962 - 199,69 2012 - 78,26	1962 - 70,40 2012 - 22,87	1962 - 8580 2012 - 2430
Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation by hen housing system type	Pelletier, N.	2017	Intensivo - Gaiolas convencionais	Canadá	1 ton ovos	78,40	24,40	2442,50
Assessment of environment impacts of egg production chain using life cycle assessment	Ghasempour, A. , Ahmadi, E.	2016	Extensivo - Ovos orgânicos	Irã	1 kg ovos	43,89	5,42	4070,00
Comparison of the environmental footprint of the egg industry in the United States in 1960 and 2010	Pelletier, N., Ibarburu, M., Xin, H.	2014	Intensivo - Gaiolas convencionais	EUA	1 ton ovos	1960 - 200,00 2010 - 70,00	1960 - 70,00 2010 - 20,00	1960 - 7200 2010 - 2100
A carbon footprint analysis of egg production and processing supply chains in the Midwestern United States	Pelletier, N., Ibarburu, M., Xin, H.	2013	Intensivo - Gaiolas convencionais	EUA	1 ton ovos			5020,00
Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Egg production systems	Leinonen, I. , Williams, AG , Wiseman, J. , Guy, J. , Kyriazakis, I. , Dekker, S.E.M., de Boer, I.J.M., Vermeij, I., Aamink, A.L.A., Koolen	2012	Intensivo - Gaiolas convencionais	Reino Unido	1 ton ovos	53,140	18,47	2920,00
Ecological and economic evaluation of Dutch egg production systems	I.J.M., Vermeij, I., Aamink, A.L.A., Koolen	2011	Intensivo - Gaiolas convencionais	Holanda	1 kg ovos	23,00		2235,00

Fonte: Elaborado pela autora

Tais valores corroboram que os ovos, juntamente com o leite (1–2 kg de CO₂ eq kg⁻¹) e a carne de frango (2–6 kg de CO₂ eq kg⁻¹), acabam sendo os produtos de origem animal que geram menos efeito estufa especialmente se comparadas com alimentos como carne bovina (9-129 kg de CO₂ eq kg⁻¹), carne suína (4-11 kg de CO₂ eq kg⁻¹), carne de cordeiro (10-150 kg de CO₂ eq kg⁻¹), queijo (6–22 kg de CO₂ eq kg⁻¹) ou mariscos (1–86 kg de CO₂ eq kg⁻¹) (GHASEMPOUR; AHMADI, 2016; DEL PRADO et al., 2013; NIJDAM; ROOD; WESTHOEK, 2012). Nesta mesma linha de comparação, com base em diferentes proteínas de origem animal, a intensidade de GEE da produção de proteína do ovo em Iowa (crua, a partir de ovos inteiros) é de 45,4 CO₂ -e / kg de proteína em comparação com 11,5 kg de CO₂ -e / kg de proteína de frango, 17,6 kg de CO₂ -e / kg para proteína de porco e 78,4 kg de CO₂ -e / kg de proteína de carne bovina (PELLETIER; IBARBURU; XIN, 2013).

No entanto, ainda existem possibilidades de melhoria deste desempenho, entre elas a gestão dos resíduos como forma a reduzir as externalidades negativas da produção, sendo este o foco de estudo da presente tese, ou seja, a reciclagem de um dos resíduos desta cadeia produtiva, as cascas de ovos. Embora estes sejam resíduos provenientes de diversos elos da cadeia produtiva da avicultura de postura, como em incubatórios, granjas de postura e classificação de ovos comerciais, nesta tese serão objeto de estudo as cascas oriundas de indústrias processadoras de ovos (ABÍN et al., 2018; PELLETIER; IBARBURU; XIN, 2013; PELLETIER, 2017, 2018; SILVA et al., 2014; SMITH; WILLIAMS; PEARCE, 2015) .

Figura 4 – Série histórica da produção de ovos no Brasil.



Fonte: RELATÓRIO ANUAL ABPA (2022)

As produções brasileiras, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal, no Brasil são produzidos mais de 54.973.807.551 de unidades de ovos, considerando um peso médio de 62 g por unidade, totalizam cerca de 3,4 bilhões de toneladas de ovos e, se considerarmos que as cascas representam cerca de 10% do peso de um ovo, em 2021 o Brasil gerou mais de 340 milhões de toneladas de cascas de ovos. Se comparados com dados da mesma associação em 2019 este valor girou em torno de 300 milhões de toneladas de cascas de ovos, ou seja, um incremento de cerca de 13,5% em 2 anos. Com a tendência de crescimento da produção de ovos, conforme figura 04, o destino deste resíduo, tende a tornar-se uma preocupação real deste setor produtivo (ABPA, 2020).

1.4.2. Casca do ovo

A casca do ovo é uma estrutura complexa, altamente organizada e porosa, com função de proteger o conteúdo de contaminações microbianas e fornecer cálcio para o desenvolvimento embrionário, sendo que através dela são realizadas as trocas de água e gases. É composta em sua maior fração por carbonato de cálcio e em menor proporção de matriz orgânica.

Assim sendo, fisicamente ela pode ser fracionada em duas partes, uma inorgânica (casca propriamente dita) e uma orgânica (membrana interna) composta por proteínas, glicoproteínas (moléculas compostas por uma proteína ligada a um ou mais carboidratos, simples ou compostos) e proteoglicanos (moléculas que contêm proteínas e polissacarídeos que se encontram na matriz extracelular dos tecidos do tipo conectivo) (RODRIGUES, 2015).

Desta forma, a reciclagem da casca dos ovos pode acontecer de forma integral, neste caso o cálcio é aproveitado e as proteínas da membrana são perdidas pela desnaturação (quando as suas estruturas secundárias, terciárias ou quaternárias são modificadas ou destruídas), em virtude de tratamento térmico necessário para disponibilização do cálcio contido na casca.

O aproveitamento das proteínas disponíveis na membrana interna da casca também vem sendo estudada, especialmente em aplicações ligadas a farmacologia, uma reutilização sofisticada e exigente quanto a qualidade, quantidade e inocuidade; tais aplicações são discutidas no capítulo 05 desta tese. Embora não seja um processo exatamente simples, já é possível a separação eficiente da casca e da membrana, sendo que uma das formas é a flutuação diferencial (ciclone), em que seus desenvolvedores apontam eficiência do método, recuperando 94% das membranas e taxa de limpeza superior a 96% (CHI et al., 2019).

A membrana da casca do ovo é considerada uma fonte alternativa potencial e importante de colágeno para aplicação em alimentos, cosméticos e materiais biomédicos (ZHAO; CHI, 2009). Por sua vez, a casca do ovo é considerada uma rica fonte de sais minerais, podendo ter a finalidade de servir como base para desenvolvimento de produtos em diversos ramos da indústria: cosmética, fertilizantes, suplementos alimentares, implantes ósseos e dentários, como agentes anti-tártaro em cremes dentais e em bases biocerâmicas (DALLACORTE; BEHLING; QUADROS, 2017).

A casca é largamente produzida na indústria de ovoprodutos que, embora de modo geral passe por uma centrifugação para retirada da clara aderida e redução da umidade, ainda constitui um problema ambiental se a ela não for dado um destino ambientalmente adequado, tecnologicamente possível e monetariamente viável. Desconsiderar a reciclagem de cascas de ovos representa o desperdício de um biomineral importante como o cálcio e, conseqüentemente, desconsidera-se a possibilidade de reduzir a extração de um recurso natural valioso e limitado,

como o elemento cálcio; além disso, o descarte em grandes volumes na natureza pode causar poluição por deterioração microbiana. Assim, a casca do ovo constitui um problema ambiental, ou uma fonte de riqueza, especialmente em países onde a indústria de processamento de ovos esteja implantada (RODRIGUES, 2015).

1.5. PROBLEMA DE PESQUISA

A produção brasileira de ovos apresenta crescimento considerável desde o final dos anos 90 e o país ocupa um lugar de destaque no mercado mundial do produto. A demanda mundial apresenta tendência de crescimento e a forma de comercialização do produto (apresentação) tem sofrido modificações.

Os ovos industrializados (ovoprodutos) tem ganhado espaço no mercado interno e externo, por diversos motivos como aumento da vida de prateleira, facilidade de uso em ambientes de produção industrial de alimentos, facilidade de transporte, entre outros.

Surge o questionamento sobre qual o destino do principal resíduo destas indústrias, a casca de ovo? Especialmente aquelas oriundas das indústrias de ovoprodutos, onde são geradas em grande volume e de maneira sistemática.

1.6. OBJETIVOS

Os objetivos que nortearam a tese proposta estão divididos conforme o nível de abrangência e especificidade. Deste modo, definiu-se o objetivo geral e seus correspondentes objetivos específicos, apresentados nesta subseção.

1.6.1. Objetivo Geral

Determinar as formas possíveis e as usuais de utilização da casca de ovos, especificamente as oriundas da industrialização de ovos, como insumo em outros processos produtivos, sob a perspectiva da circularidade de nutrientes.

1.6.2. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

1.6.2.1. Determinar como a “Economia Circular” está relacionada à produção agrícola, especialmente com a avicultura, através da identificação dos resíduos comumente relacionados à produção e quais produtos são obtidos de sua reciclagem.

1.6.2.2. Identificar possibilidades de aproveitamento da casca dos ovos como insumo para outros processos produtivos, caracterizando as áreas do conhecimento da aplicação, o ciclo produtivo envolvido.

1.6.2.3. Inferir se, ou como, as indústrias de ovoprodutos do Brasil, percebem a reutilização de cascas de ovos sob a perspectiva da economia circular e sua capacidade de operacionalizar a produção sustentável.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados, de forma objetiva, as bases das metodologias e abordagens utilizadas para alcançar os objetivos propostos. Observando que nos capítulos 3, 4, 5 e 6 os recursos metodológicos utilizados estão expostos com mais detalhamento.

2.1. BIO-RESÍDUO CASCA DE OVO, SUA RELAÇÃO COM A ECONOMIA CIRCULAR E PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO DE SUA GERAÇÃO NO BRASIL

A importância da casca de ovo, para a promoção da economia circular, através de sua reutilização como insumo para outros processos produtivos, foi avaliada através de uma revisão de literatura, com enfoque qualitativo, a fim de analisar os documentos publicados e indexados em bases de dados on-line que utilizaram o termo *circular economy* em combinação com a *agricultural production*. A realização deste tipo de investigação é composta de cinco estágios, quais sejam: (i) definição dos termos e dos métodos de busca; (ii) definição das bases de dados; (iii) seleção dos artigos; (iv) levantamento dos principais pontos de cada artigo e (v) análise dos resultados (COSTA; CARVALHO, 2016).

As perspectivas do setor avícola brasileiro quanto a produção, industrialização de ovos e consequente geração de cascas foi avaliado através da análise de série temporal. Nela foram avaliados os cenários futuros para produção de ovos e exportações brasileiras de ovos e ovoprodutos, tendo sido utilizada a projeção até o ano de 2030.

A metodologia consiste em analisar uma sequência de observações feitas em um período, analisá-las quantitativamente e projetar valores futuros de uma variável fundamentada, eminentemente, nas suas observações passadas, organizadas de forma sequencial e em intervalos de tempo específicos escolhidos.

A análise de previsão utilizou - análise temporal no Período de 1997 até 2030 -, com um intervalo de confiança de 95%. Para tanto, utilizaram-se dados reais de 1998 até 2017 e previsões a partir deste ano até 2030, uma vez que os dados de produção dos anos 2018 e 2019 não se encontravam disponíveis nas estatísticas da FAO, no período de compilação dos dados do presente estudo.

2.2. REUSO DO BIO RESÍDUO CASCA DE OVO

As possibilidades de reciclagem do bio-resíduo casca de ovo, foram exploradas através de uma revisão sistemática da literatura, com enfoque qualitativo, a fim de analisar os documentos publicados e indexados em bases de dados *on line*, através de documentos que utilizaram o termo *eggshell* em combinação com *waste*. A investigação foi focada na questão de pesquisa definida e que visou identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências

relevantes disponíveis na literatura.

Desta forma, buscou-se caracterizar as possibilidades de reciclagem das cascas de ovos, segundo pesquisas científicas relacionadas ao tema, de forma a contemplar as diferentes formas de aproveitamento do bio-resíduo casca de ovo. Contemplou-se, desta forma, a evolução científica e conceitual, bem como o estado da arte, no que se refere às possibilidades de reutilização do bio-resíduo casca de ovo, bem como identificar, nos artigos selecionados, em qual ciclo o resíduo é utilizado, ciclo biológico ou técnico, conforme o diagrama proposto por Ellen MacArthur Foundation.

2.3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO BRASILEIRA QUANTO AO DESTINO DADO AO BIO-RESÍDUO CASCA DE OVO, ORIUNDO DE INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE OVOS

A realidade brasileira quanto ao destino das cascas de ovos, foi obtida através de pesquisa de campo pesquisa qualitativa, na forma de questionário semiestruturado, autoaplicável de forma virtual. O instrumento de coleta de dados (Apêndice 1) foi encaminhado às indústrias processadoras de ovos, para serem respondidos por especialistas indicados pela direção das empresas. A amostra foi escolhida por conveniência, considerando a relevância das empresas no setor, sua evidência mercadológica e inserção nas mídias digitais. Desta forma, buscou-se obter o entendimento e os dados a partir de um nível hierárquico que toma decisões e, portanto, influenciam e ou definem os rumos do setor produtivo estudado (PINHEIRO, 2020).

Através desta metodologia foi buscou-se identificar o atual destino das cascas de ovos geradas pela indústria brasileira de ovoprodutos e o entendimento dos entrevistados sobre o destino de tal resíduo, atual e futuro. Também, possibilitou compreender como o setor percebe as implicações ambientais do descarte incorreto deste resíduo e a viabilidade de seu aproveitamento e potencial comercial, bem como qual o estágio de conhecimento e intenção do setor em promover a economia circular e os possíveis ganhos dela advindos. Neste sentido os entrevistados também puderam contribuir sobre como compreendem o bio-resíduo casca de ovos, se um como um resíduo ou um coproduto com valor monetário com capacidade de comercialização, um fator considerado importante para a promoção ou transição para uma EC.

CAPÍTULO 3

ECONOMIA CIRCULAR E SUA RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Maria Antônia D. Ramos Pires ¹; Verônica Schmidt ²

1. Programa de Pós-graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS
2. Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS

Artigo submetido para publicação: Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental - Unisul

ECONOMIA CIRCULAR E SUA RELAÇÃO COM A PRODUÇÃO AGRÍCOLA

ECONOMÍA CIRCULAR Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

CIRCULAR ECONOMY AND ITS RELATIONSHIP WITH AGRICULTURAL PRODUCTION

Maria Antônia D. Ramos Pires ¹; Verônica Schmidt ²

1. Programa de Pós-graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS
2. Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS

RESUMO

A pergunta que busca resposta, incessantemente, é como manter a vida, economizando recursos naturais e reduzindo os impactos ambientais das atividades produtivas (entre elas a produção agrícola). A União Europeia tem dado especial atenção a esta temática e, em 2015, lançou um plano de ação para transição de economia linear para economia circular; fato este que fomentou estudos sobre o tema nas mais diferentes atividades produtivas. Este fato teve reflexos significativos também na produção acadêmica através de estudos relacionados à Economia Circular, produção agrícola e avicultura, tanto nos países membros do bloco (68,62% dos países da amostra selecionada neste estudo) como nos demais. Este trabalho de revisão sistemática, objetivou identificar como a economia circular está relacionada com a produção agrícola especialmente com a avicultura. Foi utilizado o software VOSviewer para análise bibliográfica dos dados. Inferiu-se que esta relação se dá, principalmente, através da reciclagem de resíduos para obtenção de biocombustíveis, fertilizantes e reciclagem de nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE

bioeconomia; gestão de resíduos; galinha

RESUMEN

La pregunta que constantemente busca respuesta es cómo mantener la vida, ahorrando recursos naturales y reduciendo los impactos ambientales de las actividades productivas (entre ellas la producción agrícola). La Unión Europea ha prestado especial atención a este tema y, en 2015, puso en marcha un plan de acción para la transición de una economía lineal a una economía circular; Este hecho ha fomentado estudios sobre el tema en las más diversas actividades productivas. Este hecho también tuvo repercusiones significativas en la producción académica a través de estudios relacionados con la Economía Circular, la producción agropecuaria y avícola, tanto en los países miembros del bloque (68,62% de los países de la muestra seleccionada en este estudio) como en los demás. Este trabajo de revisión sistemática tuvo como objetivo identificar cómo se relaciona la economía circular con la producción agrícola especialmente con la avícola, para el análisis de datos bibliográficos se utilizó el software VOSviewer. Se infirió que esta relación se da principalmente

mediante del reciclaje de residuos para la obtención de biocombustibles, fertilizantes y reciclaje de nutrientes.

PALABRAS CLAVE

bioeconomía; gestión de residuos; gallina

ABSTRACT

The question that constantly seeks an answer is how to maintain life, saving natural resources and reducing the environmental impacts of productive activities (including agricultural production). The European Union has paid special attention to this issue and, in 2015, launched an action plan for the transition from linear to circular economy, a fact that fostered studies on the theme in the most different productive activities. This fact also had significant effects on academic production through studies related to Circular Economy, agricultural production, and poultry, both in the bloc's member countries (68.62% of the countries in the sample selected in this study) and in the others. This systematic review work aimed to identify how the circular economy is related to agricultural production, especially poultry, using the VOSviewer software for bibliographic analysis of the data. It was inferred that this relationship is mainly through recycling of waste to obtain biofuels, fertilizers, and recycling of nutrients.

KEY WORDS

bioeconomic, waste management, chicken

INTRODUÇÃO

A trajetória evolutiva da sociedade, desde a idade da pedra até os dias atuais, foi baseada na exploração de recursos naturais que, hoje, sabemos serem finitos. O surgimento da agricultura e pecuária elevou a oferta dos meios de subsistência e possibilitou o crescimento populacional de 4 milhões de pessoas na idade da pedra (10.000 AC) para 500 milhões de pessoas no final da idade média (1500 DC) (Nijdam et al. 2019); sendo que a evolução tecnológica dos sistemas produtivos abasteceu o crescimento populacional até os dias atuais (Boserup, 1987).

O sistema agrícola mundial enfrenta, atualmente, o desafio de atender a demanda crescente por produtos de origem animal e vegetal para diferentes finalidades, tais como: alimentos, indústria têxtil, biocombustíveis, fármacos e outros. Paralelamente, os recursos minerais para lastrear o referido crescimento produtivo, que são finitos, a cada dia tornam-se mais escassos. Da mesma forma, cresce o total de resíduos gerados nas diversas etapas produtivas e o destino dado a estes resíduos pode significar, unicamente, impacto ambiental ou, seguindo as premissas da economia circular, retornar ao sistema produtivo para ser reutilizado.

A economia circular surge como uma alternativa para viabilizar o desenvolvimento sustentável e a união europeia (UE) lançou diretrizes para impulsionar este conceito. Tais diretrizes indicam a necessidade da transição de uma economia linear (extrai, usa e descarta) para uma circular,

com o fechamento do ciclo através da reciclagem, reuso e redução do consumo (3 R). Os resultados dependem diretamente da eficiência de reciclagem de resíduos e subprodutos de forma a gerar benefícios econômicos e ambientais (Quina et al., 2017).

Os resíduos, na economia circular, são tratados com visão holística de forma a unificar o seu aproveitamento, sejam eles resíduos de cultivos agrícolas, estercos, resíduos da indústria alimentar, de lamas, de águas residuais, entre outros. O objetivo é o fechamento do ciclo de utilização, mantendo o máximo de tempo os bens em circulação e, por consequência, retardando seu descarte (Ballardo et al., 2017).

Os princípios da economia circular têm relação direta com a bioeconomia, sendo a reciclagem um ponto de convergência, substituindo recursos não renováveis por renováveis, economizando energia e material, explorando tecnologias limpas em setores como agricultura, silvicultura, pesca, produção de alimentos e papel-celulose (Lee, 2019). O fósforo é um exemplo de aplicação da economia circular, pois trata-se de um elemento essencial para a nutrição e sua reciclagem representa economia das reservas naturais e, do ponto de vista ambiental, seu descarte na natureza é impactante pois está diretamente relacionado a eutrofização de águas (Smol, 2019).

Segundo Weetmann (2019), “a economia circular (EC) se inspira na natureza, onde o resíduo de uma espécie é o alimento de outra, e a soma fornece energia. A economia circular movimenta em ciclos materiais e produtos valiosos, produzindo-os e transportando-os usando energia renovável”. Em um conceito criado coletivamente, EC “é uma economia verdadeiramente sustentável, que funciona sem resíduos, poupa recursos e atua em sinergia com a biosfera”.

A EC é baseada em quatro princípios: 1. Resíduos ou alimentos: o resíduo de uma espécie é alimento de outra; 2. Resiliência: explorar a diversidade para desenvolver resiliência e recursos; 3. Energia renovável: atuação conjunta de vários atores gerando fluxos eficazes de materiais e informação impulsionando a energia renovável; 4. Pensar em sistemas: criar oportunidades através de conexões entre ideias, pessoas e lugares (Weetmann, 2019).

A EC possui quatro blocos constitutivos: 1. Design da economia circular; 2. Modelos de negócios inovadores para substituir os existentes ou para aproveitar novas oportunidades; 3. Ciclos reversos; 4. Capacitadores e condições sistêmicas favoráveis – química verde, big data, entre outros (Weetmann, 2019).

Ainda de acordo com Weetmann (2019), o processamento de alimentos frequentemente conflita com as abordagens eficientes em recursos para a agricultura, produção e varejo e, geralmente,

não é ecoeficiente. Em todos os estágios da produção agrícola aumentam as demandas por recursos finitos, sendo que as mudanças necessárias para construção da economia circular poderão ser recebidas com resistência.

Neste estudo será considerada como produção agrícola, as atividades referentes a produção vegetal e animal, seja como fonte de resíduos ou consumidora de insumos obtidos a partir deles. Assim sendo o presente estudo teve como objetivo examinar como a “Economia Circular” está relacionada à produção agrícola, especialmente com a avicultura, através da identificação dos resíduos comumente relacionados à produção e quais produtos são obtidos de sua reciclagem. Assim como caracterizar as publicações científicas quanto à origem dos pesquisadores, distribuição temporal e áreas do conhecimento vinculadas.

A ênfase dada aos resíduos oriundos da avicultura (carne e postura) justifica-se pela importância desta atividade para a produção agrícola Brasileira, pois o Brasil é o segundo maior produtor mundial de carne de frango e o quinto em produção mundial de ovos (ABPA, 2018).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada consistiu em uma revisão sistemática da literatura, com enfoque qualitativo, a fim de analisar os documentos publicados e indexados em bases de dados on-line que utilizaram o termo economia circular em combinação com a produção agrícola.

Este é um tipo de investigação focada em uma questão de pesquisa devidamente definida e que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis na literatura. Tais estudos são compostos de cinco estágios, quais sejam: (i) definição dos termos e dos métodos de busca; (ii) definição das bases de dados; (iii) seleção dos artigos; (iv) levantamento dos principais pontos de cada artigo e (v) análise dos resultados (Costa e Carvalho, 2016).

A definição do termo central do estudo, *circular economy*, contemplou o primeiro estágio dado estudo, quando foram estipulados outros filtros de forma a restringir aos estudos relacionados à produção agrícola e avicultura.

O segundo estágio do estudo contemplou a definição das bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, para investigação, em virtude da relevância no âmbito científico.

Após a seleção dos artigos, com a utilização da palavra-chave *circular economy* e sua ocorrência no título, resumo e/ou palavras-chave. Foram adicionadas palavras chaves secundárias,

primeiro restringindo a busca a artigos relacionados à produção agrícola empregando o termo *agri** e, posteriormente, aqueles ligados à avicultura, através da palavra *poultry*.

Seguindo as etapas sugeridas, obteve-se um portfólio de 71 arquivos, contidos na base de *Scopus* e 3 documentos na base de dados *Web of Science*. Deste total foram excluídos os documentos repetidos, a amostra foi restringida aos artigos de *journals* revisados por pares, bem como aos escritos na língua inglesa. Foi obtido um portfólio final de 60 artigos. A busca foi realizada em 09 de julho de 2019, não havendo restrição quanto à data de publicação e, tampouco, área do conhecimento contemplada pelos documentos.

Para fundamentar os resultados e discussões, foram analisados os seguintes aspectos dos artigos selecionados: título, autores, metodologia quanto ao procedimento técnico utilizado na pesquisa, ano de publicação, periódico em que foi publicado, escopo do periódico, palavras-chave, país de origem dos autores, a qual resíduo o estudo está direcionado e a existência de citação quanto a tecnologias de processamento e produtos obtidos a partir da reciclagem.

Para análise dos dados procedeu-se uma análise de conteúdo que, segundo Bardin (1977), consiste em um conjunto de técnicas de análises das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens a fim de explicitar e sistematizar o conteúdo. Assim, segundo o autor, possibilita efetuar deduções lógicas e justificadas, referentes à origem das mensagens tomadas em consideração.

Os documentos selecionados foram utilizados também como fonte de dados para revisão bibliográfica no software *VOSViewer*, bem como o portfólio foi revisado e os documentos categorizados em duas classificações (tabela1), a partir da leitura do resumo dos documentos e eventual aprofundamento no texto completo, quando necessário (Socorro e Figueiredo, 2014). Para confecção dos mapas foram analisados o título, as palavras-chave e resumo dos artigos, adotando o método de contagem total e considerando o número mínimo de duas ocorrências por documento. Os resultados desta análise foram organizados em clusters que se interligam através de linhas, sendo que quanto maior o círculo maior seu peso e quanto mais próximos maior a força de sua ligação.

Consequente, foi realizada a classificação quanto à temática abordada e quanto à metodologia utilizada no que tange ao procedimento técnico obteve-se, desta forma, as categorias (Tabela 1).



Tabela 1 – Categorias quanto ao tema dos estudos e a metodologia utilizada quanto ao procedimento técnico.

Tema	Metodologia
Gestão e políticas	Estudo de caso
Subproduto agroalimentar	Experimento
Resíduo de mineração	Proposição de modelo
Resíduo orgânico (animal)	Revisão
Resíduo orgânico (vários)	
Resíduo orgânico (vegetal)	
Não definido	

Fonte: Elaborado pelas autoras, com base nos artigos selecionados nas bases *Scopus* e *Web of Science*.

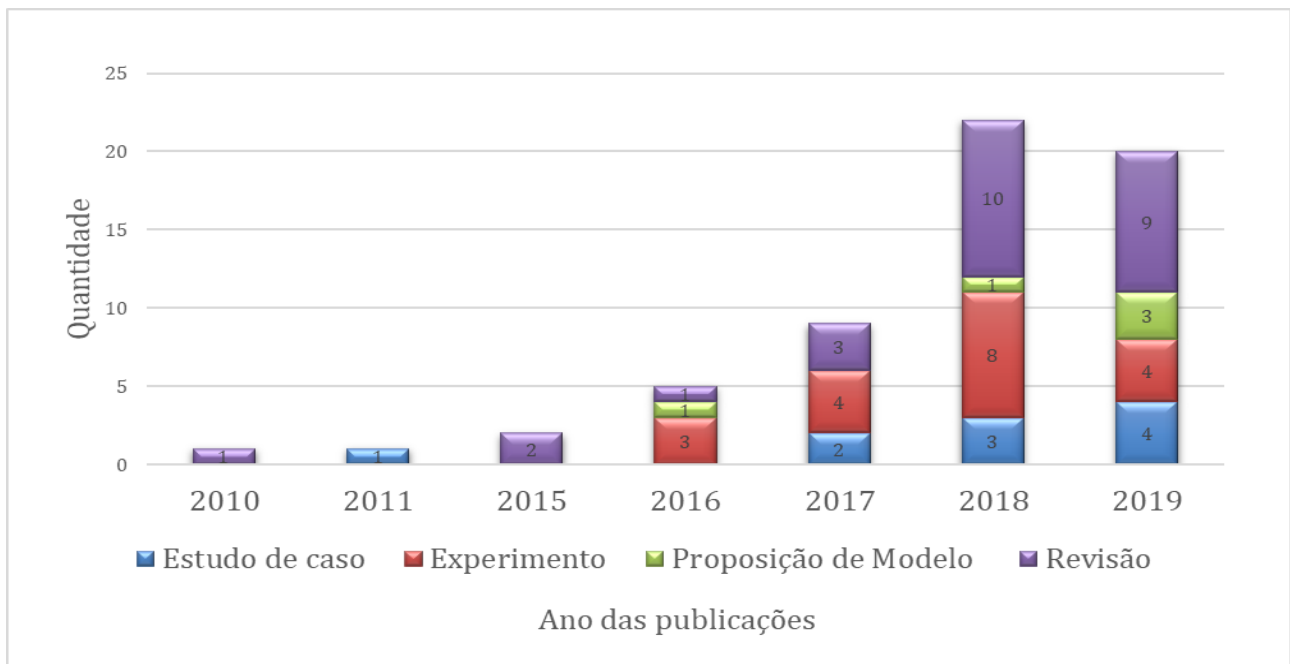
Resultados e discussão

Distribuição temporal das publicações e classificação por metodologia utilizada nos estudos

A amostra selecionada sugere que as publicações que relacionam a Economia Circular e a produção agrícola são recentes, no entanto, não é possível afirmar que tiveram início em 2010, mas tão somente, que os tais estudos começaram a ser relacionados com a Economia Circular nesta data. O crescimento de publicações com esta abordagem é percebido na figura 1, nele também estão identificadas as metodologias dos estudos. Os documentos de revisão são maioria (26 artigos) seguido de experimentos (19 artigos), sugerindo uma fase de busca por conhecimento sobre a economia circular e as possíveis aplicações práticas.

As publicações sobre economia circular relacionadas à produção agrícola, com foco na avicultura, apresentam maximização considerável a partir de 2015. Este fato pode ser justificado, especialmente, porque neste ano a União Europeia adotou um plano de ação para apoiar a transição da economia europeia de linear para circular, tendo como motivação fundamental promover o crescimento sustentável, este plano contempla cinco setores prioritários, que são: Plásticos, resíduos alimentares, matérias-primas essenciais, construção e demolição, biomassa e materiais de base biológica (Comissão Europeia, 2019).

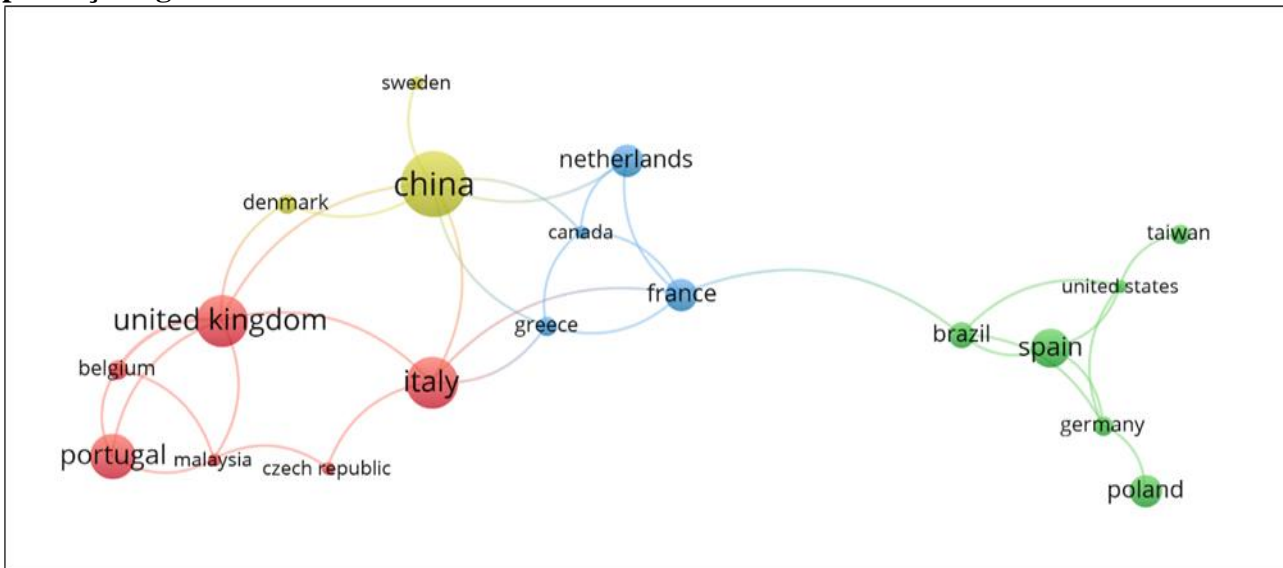
Figura 1 – Distribuição temporal das publicações que relacionam Economia Circular e a produção agrícola.



Fonte: Elaborado pelas autoras, com base nos artigos selecionados nas bases *Scopus* e *Web of Science*.

Na sequência, a Figura 2 mostra quais países mais pesquisaram a temática do presente estudo e, nela, percebe-se a presença de 13 países da UE entre os 19 constantes da amostra. Para construção da figura foram analisadas a autoria e coautoria dos documentos, considerando o número mínimo de dois documentos por país. Dos 31 países que pesquisaram o tema, 19 deles atenderam o limite mínimo de publicações estipulado. Dos 19 países considerados para elaborar o mapa da Figura 2, treze são integrantes da UE, o que representa 68,62% da amostra. Cabe salientar que o Reino Unido foi considerado como membro do referido bloco uma vez que sua saída, apesar de ter sido aprovada por consulta pública em 2016, até a presente data ainda não ocorreu efetivamente.

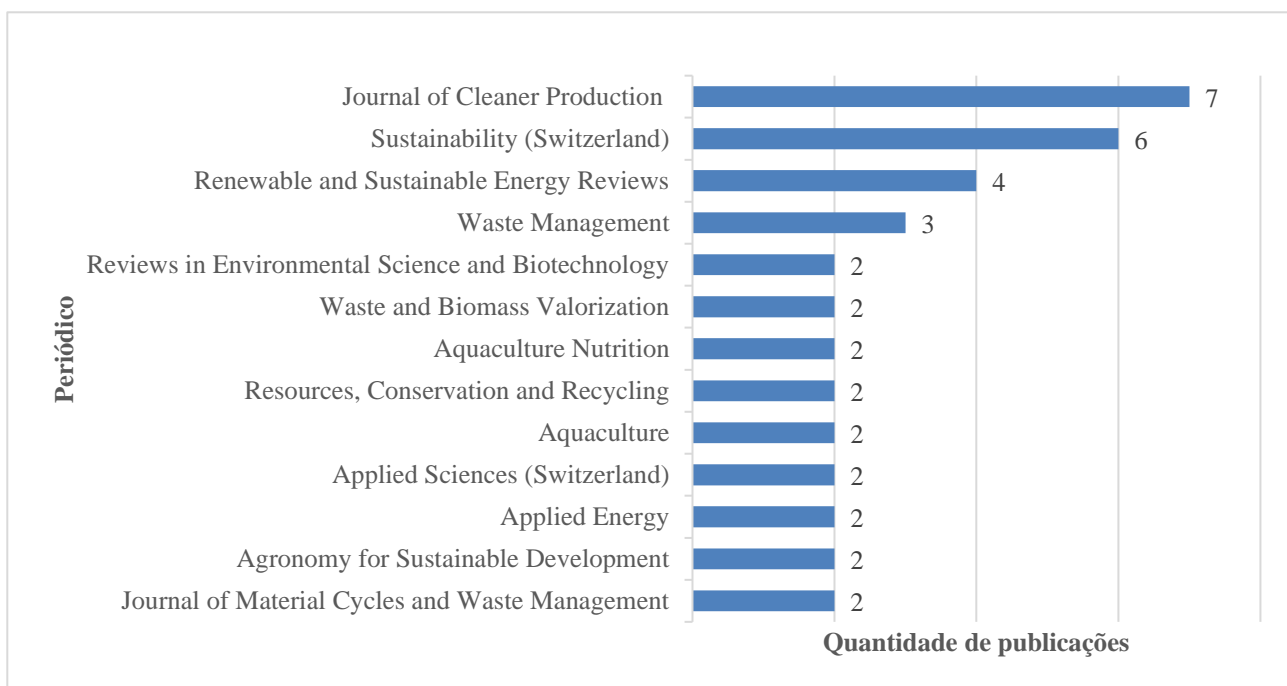
Figura 2 – Mapa de países dos pesquisadores sobre Economia circular e sua relação com a produção agrícola com ênfase à avicultura.



Legenda: Número de países: 19; Número de países por clusters: (a) vermelho: 6, (b) verde: 6, (c) azul: 4 e (d) amarelo: 3

Os artigos selecionados foram publicados em diferentes periódicos, sendo que a Figura 3 apresenta os principais periódicos científicos onde ocorreram as publicações. Foram considerados periódicos com pelo menos dois artigos publicados.

Figura 3 – Principais periódicos das publicações sobre Economia Circular e a produção agrícola



Fonte: Elaborado pelas autoras, com base nos artigos selecionados nas bases *Scopus* e *Web of Science*.

Temática central dos trabalhos

Além dos dados bibliométricos, expostos anteriormente, foi realizada uma classificação dos artigos quanto à temática central, especialmente sobre o que foi considerado como objeto da Economia circular. A análise do conteúdo dos documentos foi realizada a partir da leitura de seus resumos, título, palavras-chave e autor e possibilitou classificá-los conforme as características de cada categoria descrita a seguir:

Gestão e políticas - Os documentos classificados (2 artigos) nesta categoria são voltados à gestão de empresas e/ou políticas públicas voltadas à viabilização ou fomento da transformação de economia linear em economia circular.

Resíduo de mineração – Nesta categoria estão alocados artigos que abordam, diretamente, o aproveitamento de resíduos de mineração. Os estudos (2 artigos) foram conduzidos na Polônia, país com estrutura geológica que propicia a atividade de mineração e onde a exploração de matérias-primas de rochas desempenha um papel importante neste setor da economia. A atividade de mineração afeta de forma negativa, mesmo que indiretamente, o desempenho ambiental de diversas atividades do agronegócio (Kazmierczak et al., 2018).

Resíduo orgânico (animal) – Os estudos relacionados nesta categoria são voltados à reutilização de resíduos provenientes da produção animal, tais como esterco, cascas de ovos, conchas de mariscos e resíduos de abatedouros. Assim foram identificados 18 artigos, sendo que 12 deles relacionados a reutilização de esterco, mais frequentemente com digestão anaeróbica e os produtos a ela relacionados tais como biogás, energia, adubo orgânico, reciclagem de fósforo e produção de insetos para fabricação de ração animal. Entre os documentos, quatro trataram do uso de sobras de abatedouros de animais terrestres, como fonte lipídica para ração de peixes (robalo) (Campos et al., 2018; Monteiro et al., 2018; Campos et al., 2019). Ainda foram classificados nestas categorias, um trabalho sobre reutilização de cascas de ostras e outro sobre reuso de casca de ovos provenientes de indústrias, ambos têm similaridades quanto a aplicabilidade como fonte de cálcio para aplicações como: construção civil, suplemento alimentar, fertilizante, entre outros (Quina et al., 2017 e Morris et al., 2019).

Resíduo orgânico (vários) – Os resíduos aqui designados referem-se a diferentes origens tais como, sobras de cultivos, esgoto urbano, resíduos industriais, independentemente de sua combinação nos estudos. O estudo de caso de uma “planta de multiprocessamento de resíduos”, é um bom exemplo desta categoria. A referida unidade tem como objetivo diminuir custos de reciclagem e elevar a eficiência dos processos, nela são tratados resíduos de diferentes origens, urbanos, industriais e agrícolas e o tratamento ocorre de forma a integrar energia e massa de processos individuais de tratamento de resíduos (digestão anaeróbica e pirólise) obtendo, assim, um processo integrado único elevando a sua viabilidade econômica. Neste estudo a reciclagem dos resíduos também envolve a geração de energia (biogás, gás natural sintetizado e pellets de carbono) e de fertilizantes de liberação lenta (estruvita). A mistura de resíduos possibilitou uma codigestão estável melhorando a eficiência dos equipamentos e resultou em produtos com taxas de recuperação de nutrientes de até 95,4%, no caso da estruvita. O conceito de multiprocessamento foi considerado um exemplo inequívoco do modelo de economia circular (Hidalgo et al, 2019).

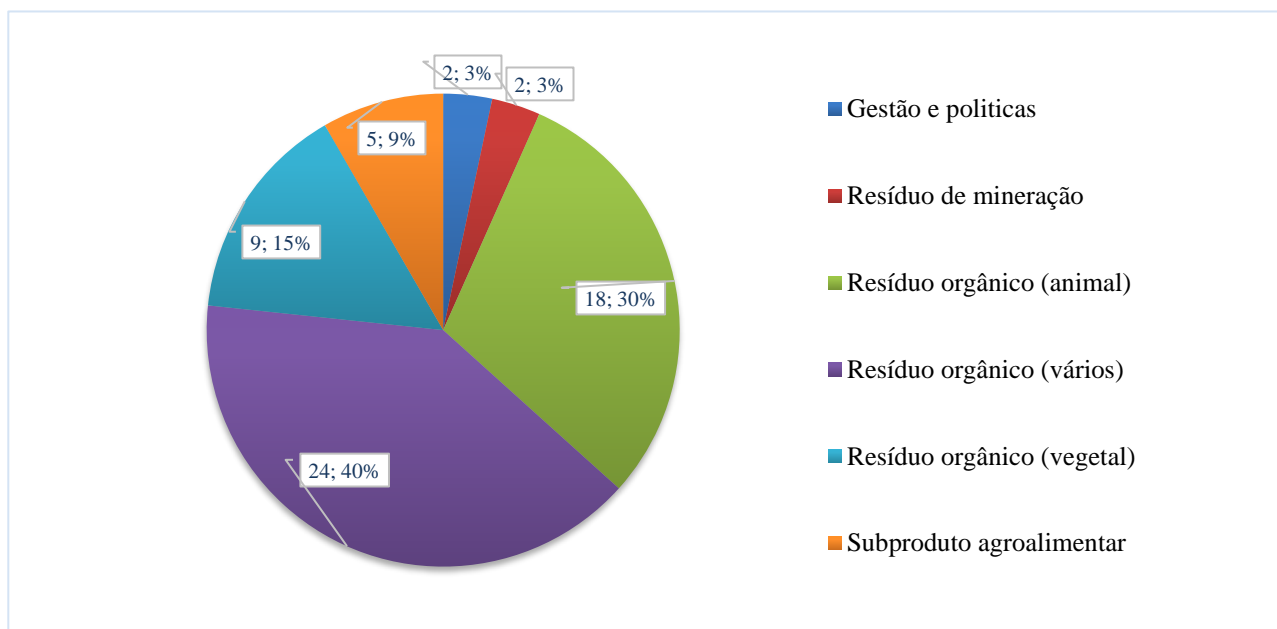
Resíduo orgânico (vegetal) – Nesta classificação estão os estudos que utilizaram resíduos de origem vegetal, tais como algas marinhas, resíduos de café (borra), sobras de cultivos agrícolas, cascas de cacau, sobras de cultivos de cogumelos comestíveis, resíduos de vinícolas e resíduos da indústria de azeite de oliva. Nesta categoria foram classificados 9 estudos que se referem, em sua maioria, à reciclagem de resíduos através

de biodigestão (aeróbica e anaeróbica) para obtenção de biogás, fertilizantes, reciclagem de nutrientes (NPK), substrato para produção sem solo, entre outros. A exceção foi um estudo sobre viabilidade de aproveitar resíduos da indústria de azeite de oliva para alimentação de aves, tendo concluído ser adequado seu uso em dietas de frango para melhorar o desempenho e o estado oxidativo da carne (Branciari et al, 2017).

Subprodutos agroalimentar – Os artigos alocados nesta categoria (5), tiveram como objeto de estudo os resíduos da indústria agroalimentar, as sobras de alimentos processados e sobras de restaurantes. As perdas de produtos destinados à alimentação humana, por longa data foram aproveitadas como alimentação para animais. Contudo, com sua proibição atual na UE e os apelos para promoção da Economia Circular, trouxe esta questão ao debate acadêmico. Neste caso, as sobras de alimentos preparados para consumo humano serem usadas na alimentação de suínos. O estudo buscou identificar a opinião das pessoas ligadas à cadeia produtiva de suínos quanto à sua utilização. Os entrevistados, de modo geral, mostraram-se preocupados com o controle de doenças, no entanto aqueles ligados à indústria da carne suína foram menos favoráveis à legalização, enquanto os produtores e as pessoas preocupadas com o desempenho financeiro demonstraram maior aceitação ao uso da “lavagem” na alimentação dos animais, além de perceberem benefícios ao meio ambiente através da reciclagem deste tipo de resíduo (Zu Ermgassen et al, 2018).

Os resultados gerais desta categorização são apresentados na Figura 4, quantidade e percentual referentes a cada tipologia.

Figura 4 – Distribuição dos documentos quanto as categorias construídas pela temática central abordada.



Fonte: Elaborado pelas autoras, com base nos artigos selecionados nas bases *Scopus* e *Web of Science*.

Tecnologias e produtos resultantes, citadas nos estudos

Os artigos analisados contemplaram diversas tecnologias de reciclagem de resíduos e produtos resultantes destes processos, como forma de diagnosticar estas tendências o portfólio foi submetido a análise no software VOSviewer, resultando na Figura 5. Obtiveram-se 868 palavras no total e 190 destas atenderam ao mínimo de ocorrência, de onde foram retiradas 23 por não estarem relacionadas a tecnologias e produtos, restaram 167 termos.

Os resultados desta análise através do software, foram organizados em clusters que se interligam através de linhas, quanto maior o círculo maior seu peso e quanto mais próximos maior a força de sua ligação. Os clusters organizam os termos por similaridade, e podem ser descritos como segue:

Cluster 1 (vermelho)- Produção vegetal como consumidora de produtos reciclados

Cluster 2 (verde)- Administração, gestão de resíduos e sustentabilidade

Cluster 3 (azul)- Produção animal como fornecedora de material para reciclagem

Cluster 4 (amarelo)- Uso do solo como fornecedor e receptor

Cluster 5 (lilás)- Agricultura como fornecedora de material para reciclagem

Cluster 6 (azul claro) - Produção animal como consumidora de material reciclado

Cluster 7 (laranja)- Processos de reciclagem e materiais utilizados

A figura 5 apresenta graficamente os resultados observados nas leituras dos artigos, em que Economia Circular relaciona-se com a produção agrícola, principalmente através da reciclagem de resíduos de produção, utilizando de forma intensa a digestão anaeróbica com a finalidade principal de obtenção de biocombustíveis, fertilizantes e reciclagem de nutrientes fundamentais para a vida como o fósforo, cálcio, nitrogênio etc.

fertilizantes e reciclagem de nutrientes fundamentais para a vida como o fósforo, cálcio, nitrogênio etc.

Os estudos relacionados ao tema são recentes, sendo a primeira publicação em 2010; o uso do conceito de economia circular em estudos relativos à produção agrícola foi impulsionado a partir de 2015, fato atribuído pela apresentação de um plano de ação na União Europeia com o objetivo de realizar a transição de uma economia linear para a circular. Um reflexo deste fomento é o resultado que 68,62% dos artigos analisados são ligados a país do referido bloco.

A tendência percebida é de crescimento dos estudos sobre a relação entre Economia Circular e produção agrícola, em especial como forma de reduzir os impactos ambientais, economizar reservas naturais e melhorar o desempenho financeiro das empresas.

Contribuições dos autores

- a) Conceituação: Maria Antônia e Verônica
- b) Análise formal (adequação ao SI, ao VIM, ao GUM, à ABNT, ao IBGE e às normas deste periódico; no veja Quadro 1 encontram-se as referências das normas citadas): Maria Antônia e Verônica
- c) Metodologia: Maria Antônia
- d) Supervisão: Verônica
- e) Validação de resultados: Verônica
- f) Redação da minuta (1ª versão): Maria Antônia
- g) Redação, revisão e edição: Maria Antônia e Verônica

REFERÊNCIAS

ABPA. **Annual Report of the Brazilian Association of Animal Protein** Relatório anual 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2019.

BALLARDO, Cindy et al. A novel strategy for producing compost with enhanced biopesticide properties through solid-state fermentation of biowaste and inoculation with *Bacillus thuringiensis*. **Waste Management**, Composting Research Group, Department of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Escola d'Enginyeria, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, 08193, Spain, v. 70, p. 53–58, 2017.

BARDIN, Laurence. Summary for Policymakers. In: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (Ed.). **Climate Change 2013 - The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 1977. p. 1–30.

BOSERUP, Ester. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec Polis, 1987.

BRANCIARI, R. et al. Oxidative status and presence of bioactive compounds in meat from chickens fed polyphenols extracted from olive oil industry waste. **Sustainability (Switzerland)**, Department of Veterinary Medicine, University of Perugia, Via S. Costanzo 4, Perugia, 06126, Italy, v. 9, n. 9, 2017.

CAMPOS, I. et al. Apparent digestibility coefficients of processed agro-food by-products in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, CIIMAR, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Matosinhos, Portugal, v. 24, n. 4, p. 1274–1286, 2018.

CAMPOS, I. et al. Partial and total replacement of fish oil by poultry fat in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: Effects on nutrient utilization, growth performance, tissue composition and lipid metabolism. **Aquaculture**, CIIMAR, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Porto, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Av. General Norton de Matos, S/N, Matosinhos, 4450-208, Portugal, v. 502, p. 107–120, 2019.

COSTA, Daniel Fonseca; CARVALHO, Francisval de Melo. Relação entre gerenciamento de resultado e governança corporativa: construindo um referencial teórico a partir de uma revisão sistemática da literatura. **ForScience**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 20, 2016.

HIDALGO, D.; MARTÍN-MARROQUÍN, J. M.; CORONA, F. A multi-waste management concept as a basis towards a circular economy model. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, CARTIF Technology Centre, Boecillo, Valladolid, 47151, Spain, v. 111, p. 481–489, 2019.

KAŹMIERCZAK, U. et al. Quantitative and qualitative research on the waste from the mining of rock raw materials in Lower Silesia. **Minerals**, Faculty of Geoengineering, Mining and Geology, Wrocław University of Science and Technology, Wrocław, 50-370, Poland, v. 8, n. 9, 2018.

LEE, D. H. Building evaluation model of biohydrogen industry with circular economy in Asian countries. **International Journal of Hydrogen Energy**, Institute of Applied Economics, National Taiwan Ocean University, No.2, Beining Rd., Jhongjheng District, Keelung City, 202, Taiwan, p. 3278–3289, 2019.

MONTEIRO, M. et al. A blend of land animal fats can replace up to 75% fish oil without affecting growth and nutrient utilization of European seabass. **Aquaculture**, CIIMAR, Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Porto, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Av. General Norton de Matos, S/N, Matosinhos, 4450-208, Portugal, v. 487, p. 22–31, 2018.

MORRIS, J. P.; BACKELJAU, T.; CHAPELLE, G. Shells from aquaculture: a valuable biomaterial, not a nuisance waste product. **Reviews in Aquaculture**, OD Taxonomy and Phylogeny, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium, v. 11, n. 1, p. 42–57, 2019.

NIJDAM, D. S.; ROOD, T. G. A.; VAN OORSCHOT, M. M. P. Land use related to Dutch consumption, 1990–2013. **Land Use Policy**, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, PO Box 30314, The Hague, AV 2594, Netherlands, v. 82, p. 401–413, 2019.

QUINA, Margarida J.; SOARES, Micaela A. R.; QUINTA-FERREIRA, Rosa. Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. **Resources, Conservation and Recycling**, CIEPQPF-Research Centre on Chemical Processes Engineering and Forest Products, Chemical Engineering Department, University of Coimbra, Pólo II – Rua Sílvio Lima, Coimbra, 3030-790, Portugal, v. 123, p. 176–186, 2017.

SMOL, M. The importance of sustainable phosphorus management in the circular economy (CE) model: the Polish case study. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, Mineral and Energy Economy



Research Institute, Polish Academy of Sciences, Wybickiego 7A str., Cracow, 31-261, Poland, v. 21, n. 2, p. 227–238, 2019.

SOCORRO, Tatiana Carvalho; FIGUEIREDO, Marília Amorim. ANÁLISE DE CONTEÚDO TEMÁTICO-CATEGORIAL: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS. **Semana de Pesquisa da Universidade Tiradentes-SEMPESq**, Tiradentes, n. 16, 2014.

WEETMANN, C. **Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**No Title. Autêntica ed. São Paulo.

ZU ERMGASSEN, E. K. H. J. et al. Support amongst UK pig farmers and agricultural stakeholders for the use of food losses in animal feed. **PLoS ONE**, Conservation Science Group, Department of Zoology, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom, v. 13, n. 4, 2018.

CAPÍTULO 4

BRAZILIAN EGG INDUSTRY - CURRENT SITUATION, PERSPECTIVES, AND FUTURE CHALLENGES

Maria Antônia Domingues Ramos Pires^a, Thiago José Florindo^b, Verônica Schmidt^a

^a Graduate Program in Agribusiness, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil; ^b Nova Andradina Campus, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Nova Andradina, Brazil

Artigo a ser submetido

Brazilian egg industry - Current situation, perspectives, and future challenges

Abstract

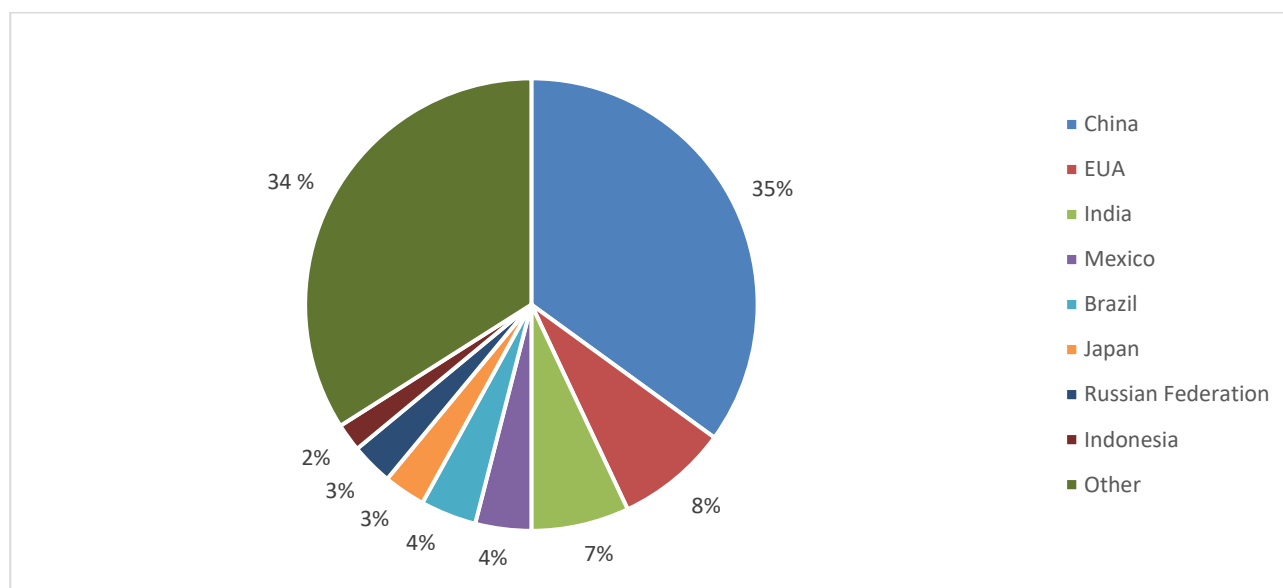
The Brazilian egg industry has experienced a significant increase in production since the late 1990s, presenting growth rates above the world leaders in egg production and occupying a prominent position in this market, led by China and the US. This study aimed to evaluate the current egg market and the challenges ahead to achieve or even surpass the performance predicted in the time series analysis. Overall, securing the world's supply comes with challenges common to different egg producers. Thus, historical series analyses of production and exports of the Brazilian egg industry were carried out. It was found that Brazil had a total growth rate of 83.31%, higher than the Chinese growth (78.76%) in the same period, while the US production showed the lowest growth rate per year and total among those evaluated in this study. This production activity's future will be determined by different factors and the strategies chosen by producers to ensure a sustainable product supply. These strategies are based on the environmental performance of the production systems, food safety, and nutrient circularity by transforming production waste into value-added products.

Keywords: commercial laying, egg products, exports, production, Brazil

Introduction

Commercial laying poultry in Brazil (Brazilian egg industry) is intertwined with the Portuguese colonization and gained special impulse as a production chain in the 1920s with the Japanese colonization in the state of São Paulo. In the late 1990s, this production chain went through a transformation period through production intensification and automation, made possible by the country's opening to equipment and technology imports (sheds, egg graders, and others) (PIRES *and* PINTO, 2020). This intensification increased productivity, which met the product's growing demand, both for the domestic market and to enable the product's export (MAZZUCO, 2008). Regarding world production, China is currently the largest egg producer, while Brazil is among the ten largest producers (Figure 1).

Figure 1. World production of hen eggs by main producers



Source: FAO (World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020)

The egg is an important source of animal protein, with 94% biological value. However, its consumption was limited between 1968 and 2015, when the American Heart Association (McNamara, 2015) initially targeted it for dietary restrictions. Such restrictions were only removed after studies proved its nutritional potential, besides being considered a functional or nutraceutical food (VIZZOTO and KROLOW, 2010). A parallel movement, the egg's rehabilitation as a rich and nutritious food, provided the development of the entire production system through genetic improvement, equipment, and management, thus ensuring market supply at the time of increased consumption (MOTTET and TEMPIO, 2017; MCNAMARA, 2015).

The Food and Agriculture Organization (FAO) projects a 303% increase in egg demand worldwide by 2050 compared to the 2010 production (FAO, 2017). Given this scenario, it is worth studying what conditions Brazil has to participate in the world egg trade, considering that the production growth was sufficient to meet a growing demand for the product, where the Brazilian per capita consumption of eggs increased from 148 units/habitant to 230 units/habitant in 2010 and 2020, respectively (ABPA 2020).

Another important aspect of egg production is environmental performance since it is regarded as a production with lower greenhouse gas emissions when compared to other sources of animal protein. Moreover, there is still the possibility of mitigating environmental impacts, especially by the rational use of bio-waste and discards through value-added products (LEINONEM and KYRIAZAKIS 2016; LADU and MORONE 2021).

The above referred intensification and automation of the production process was positive from an environmental perspective, as it reduced emissions by about 30% when comparing the egg

production systems of the 1960s and 2010s in studies conducted in the United States and Canada (PELLETIER 2018; PELLETIER, IBARBURU, and Xin 2014).

In Brazil, the commercial production egg supplies the consumer market in two main ways: mostly in the form of eggs *in natura* or table eggs, and a smaller portion is directed to the egg processing industry to obtain egg products, which are mainly used as ingredients in food industries to make cakes, pasta, cookies, mayonnaise, and others. Egg products are more suitable for export due to logistical issues and the product's shelf life. In this study, egg products are defined as the products obtained from the egg, its different components, white or yolk, after removal of the shell and membranes, and which are intended for human consumption and may be added to food products or additives. Egg products can be in liquid, concentrated, dehydrated, crystallized, frozen, and deep-frozen form ("Ovoprodutos" 2021).

Commercial production of chicken eggs (*in natura* and egg products) has different arrangements depending on the country considered. Therefore, this fact may define major producers' positions and importance in the future global scenario, also varying the strategies to expand production and meet emerging issues such as environmental, social (food safety, animal welfare), and economic sustainability.

In China, until 1978, keeping chickens and other birds to produce eggs was not seen as a business, but rather as a by-product of rural life. Currently, the country has varied production systems, ranging from small poultry farms to intensive integrated operations in which large companies control all aspects of the production and trade chain (YANG 2021).

Chinese egg production is expected to grow, but at a slower pace than in the past. The egg industry's standardization and modernization has been widely accepted as a trend and development strategy. The outcome of this modernization process is expected to be an egg overproduction and, with it, the growth in the activity's impacts, which will require special attention to issues related to biosecurity, waste treatment, and food safety (YANG 2021).

China's high domestic demand for fresh eggs limits its share in the international egg trade. These consumers value the quality and safety of eggs, and also the environmental issues related to animal production. However, animal welfare generally receives lower priority in China, which does not mean the absence of interest in studies regarding the topic and the implementation of new welfare-oriented systems for egg production (YANG 2021).

The United States is a pioneer in the professionalization and intensification of egg production, and in the early 20th century, rural electrification made it possible to create layer hens in sheds, a fact that enabled the year-round egg production in temperate climate countries, no longer being a seasonal food (Pelletier et al. 2018). As of the 1950s, American poultry farmers achieved great economic success with the massive adoption of cage production, and the financial return motivated investment

in the production system, a fact that ensured the egg supply for increasingly urbanized consumers by an increasingly small number of farmers (KIDD *and* ANDERSON 2019).

Currently, as in other countries, laying hen breeding in cages is questioned and opposed, leading the US Egg Industry, where about 90% of the flock is housed in cages, to seek alternatives to the stalemate. However, human and laying hens' welfare, along with environmental management, should be at the center of all possible production system changes, considering public opinion as a minor factor (Kidd and Anderson 2019).

North American egg producers are organized to serve three different markets:

- the retail market which absorbs eggs *in natura* or table eggs,
- another portion of producers serve the egg product processing industries,
- and a third group produces specialty eggs, such as enriched eggs (selenium, omega 3, and others) and eggs from birds raised out of cages and in organic systems (Schaefer, and Lusk 2021).

The SARs Cov 2 (Covid 19) pandemic has had effects on the North American egg market, disrupting this market arrangement and increasing table egg consumption due to social isolation. This fact has raised table egg prices, and in an attempt to regulate prices, the producers who sell their production to the industry have been allowed to sell to the retail market. Furthermore, in the pandemic, a reduction in consumers' willingness to pay more for differentiated eggs was noted, which casts doubt on consumers' willingness to pay for animal welfare and environmental sustainability as they seek to meet basic needs (Malone, Schaefer, and Lusk 2021).

In Brazil, egg production was boosted in the last decade of the 20th century, when the production modernization took place. However, the professionalization of egg production in Brazil was already consistent in this period, and technological innovations ensured the domestic market supply and enabled the participation in the global egg market (Mazzuco 2008).

The Brazilian Association of Animal Protein (ABPA) annually publishes a report on the previous year's production, which includes data regarding commercial egg production. According to this report published in 2019 (ABPA 2020), there was an increase in egg production and a decrease in the exported percentage. There was a decrease in *in natura* exports and an increase in egg products total exports (Table 1).

Table 1. Amount of eggs produced and percentage of exported eggs in Brazil/year.

Exports	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total produced (in billions of units)	34	37	39	39	39	44	49
Total exported (%)	1.0	1.0	1.0	0.4	0.3	0.4	0.4
Eggs <i>in natura</i> (%)	89.7	89.5	92.0	84.0	61.0	67.0	62.0
Egg products (%)	10.3	10.5	8.0	16.0	39.0	33.0	38.0

Source: Prepared by the authors with information obtained from the ABPA 2020 website.

Thus, this study aims to present an overview of egg production in Brazil, using time series analysis and scientific literature review, in an attempt to reflect on the position, it occupies in the world egg trade, and to ponder on some factors that may determine the paths to be followed by the Brazilian egg industry.

Methodology

The time series analysis-based study to answer the study's central question regarding future scenarios for egg production and Brazilian eggs and egg products exports. The methodology consists in analyzing a sequence of observations made in a period, analyzing them quantitatively, and projecting future values of a variable based, eminently, on its past observations, organized sequentially and in specific chosen time intervals.

The two main objectives of time series analysis are: (1) identifying the nature of the phenomenon represented by the sequence of observations and (2) predicting future values of the variable of interest in the time series. Pattern identification and model choice in time series data is critical to facilitate predictions. Thus, these two objectives in time series analysis require identification and description of the observed data pattern. Two patterns that may be present are trend and seasonality (IWUEZE *et al.* 2016).

The analyzed sample comprised 20 observations of each variable regarding egg production from 1998 to 2017, corresponding to the production data in tons per year, obtained from the FAOSTAT database and considering four variables:

Worldwide Production.

Chinese Production - World's largest egg producer

US production - Second largest producer and with a production base similar to Brazil (approx. 90% of caged hens)

Brazilian production - Central interest of the study

The export data comprises 23 observations for the period between 1997 and 2019, also comprising four variables, as follows:

Brazilian fresh eggs exports (*in natura*)

Egg yolk powder exports

Whole egg powder exports

Total Brazilian exports, variable obtained from the sum of the first three variables, of total exports in tons.

The search for data regarding Brazilian exports was conducted in the COMEX database, linked to the Ministry of Economy, Industry, Foreign Trade, and Services, through the Mercosur

Common Nomenclature registration number (NCM). The data are available in kg and were transformed into t for standardization of measurement units ("COMEX Vis: Visualizações de Comércio Exterior" 2019). This study considered the exports of the following products:

04072100 - Fresh eggs of the species *Gallus domesticus*

04081100 - Dried egg yolks (egg yolk powder)

04089100 - Dried poultry eggs, without shells (whole egg powder)

Electronic spreadsheets (Excel) were used to organize the data, and descriptive statistical analysis of the variables considered was performed with the same *software*, along with the predictive analysis - temporal analysis in the Period from 1997 to 2030 - with a 95% confidence interval. Therefore, actual data from 1998 until 2017 and projections from this year until 2030 were used, considering that production data for 2018 and 2019 were not available in FAO statistics at the time of data compilation for this study.

Linear regression was used for predictive analysis to predict future behavior as a function of past data. The total growth rate over the period and the average annual growth rate of egg production were also calculated, and the Parker, 2007 formula was used:

$$PR = \frac{(V_{present} - V_{past})}{V_{past}} \times 100 \quad (1)$$

Whereas,

PR = Percent Rate

V present = Present or future value

V past = Past or present value

The results obtained by the time-series analysis will be interpreted and discussed based on scientific articles relevant to the study's objective.

Results and discussion

The study results and pertinent discussions will be presented in three stages. The first one presents the results concerning egg production in the world, the largest producers in the current scenario, and the results obtained by Brazil. The second stage looks at Brazil's participation in the international egg market. The existence, or not, of the possibility of improving environmental performance in egg production and its operationalization make up the closing of this item, along with a brief reflection on issues relevant to egg production and trade.

Egg production

The time series for actual egg production (from 1996 to 2017) and predictions until 2030 show

an increasing behavior for China, the US, and Brazil, with no periods of reduction in future predictions.

China was the country with the highest average egg production in the analyzed period, corresponding to 37.4% of the world average production. Brazil accounted for about 3% of the average world egg production in the period. It was determined that world egg production in the evaluated countries was asymmetric (mean production greater than median) (Table 2) over the same period.

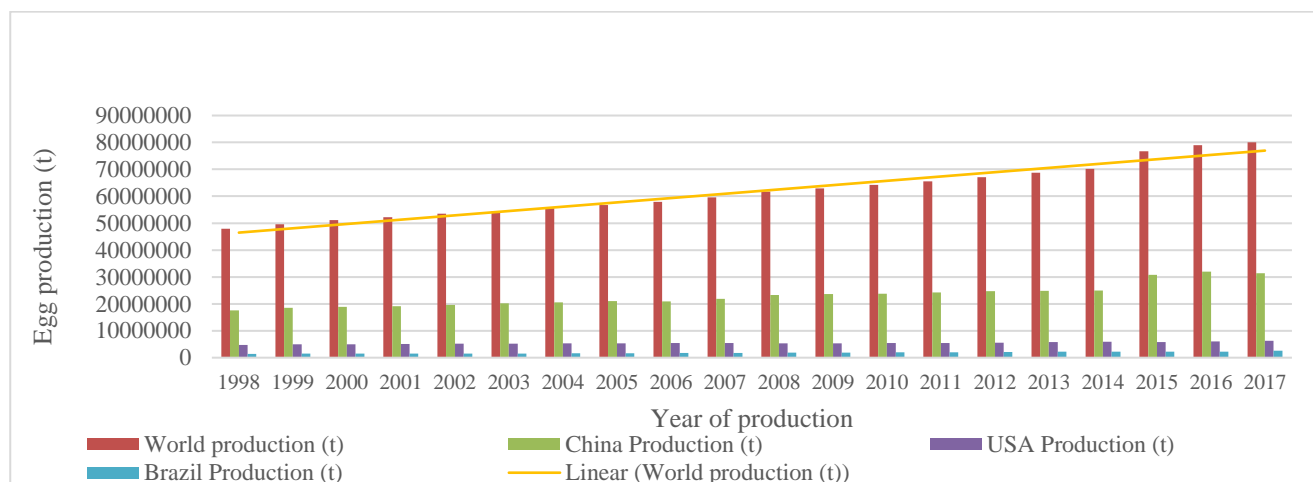
Table 2. Descriptive analysis of egg and egg product (t) production in Brazil, US, and China compared to world data.

	Worldwide	China	US	Brazil
Average (t)	61.723.693	23.087.314	5.430.017	1.859.550
Standard deviation	9.662.074	4.228.110	386.212	327.569
Median	60.660.090	22.562.640	5.384.500	1.811.930

Source: Research data

Based on the collected data on totals produced, Figure 2 shows the world egg production in China, the US, and Brazil over the studied period.

Figure 2. Temporal distribution of egg production in the World, China, the US, and Brazil



Source: Research data

The world production, and that of the evaluated countries, showed constant growth in the analyzed period, the behavior over the 20 years was similar, and the three countries followed the world growth in egg production.

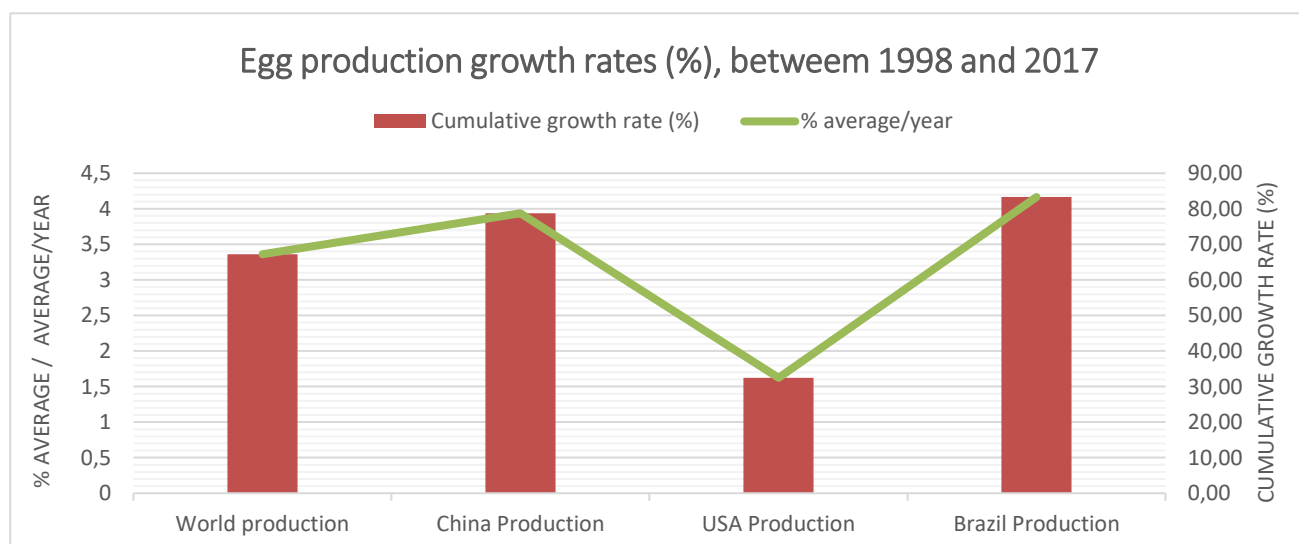
China had the highest total annual egg production in the period, ranging from 17.4 to about 32,000 tons, making evident its success in structuring and professionalizing egg production in this country, which began in the late 1970s (Yang 2021). This fact was reflected in the following decade,

when China took the lead in world egg production, surpassing North American production ("FAOSTAT" 2021).

Egg production in the US and Brazil, likewise, showed increasing behavior, but with less variability in annual production. This fact can be attributed to the production structure in both countries. In the US, the egg industry has a consolidated intensification and organization process since the mid-twentieth century. While in Brazil, the period corresponds to the beginning of the production units' modernization.

Among the countries considered in this study, the US (second largest producer in the world) showed the lowest growth rates, both accumulated and average per year. It may indicate a saturation of the production system, perhaps because it has been a consolidated and large-scale production longer than Brazil. As a way to better understand this growth in the analyzed period, the cumulative growth rate and the annual average of this growth related to egg production were calculated (Figure 3).

Figure 3. Cumulative and average annual production growth rates from 1998 to 2017.



Source: Research data

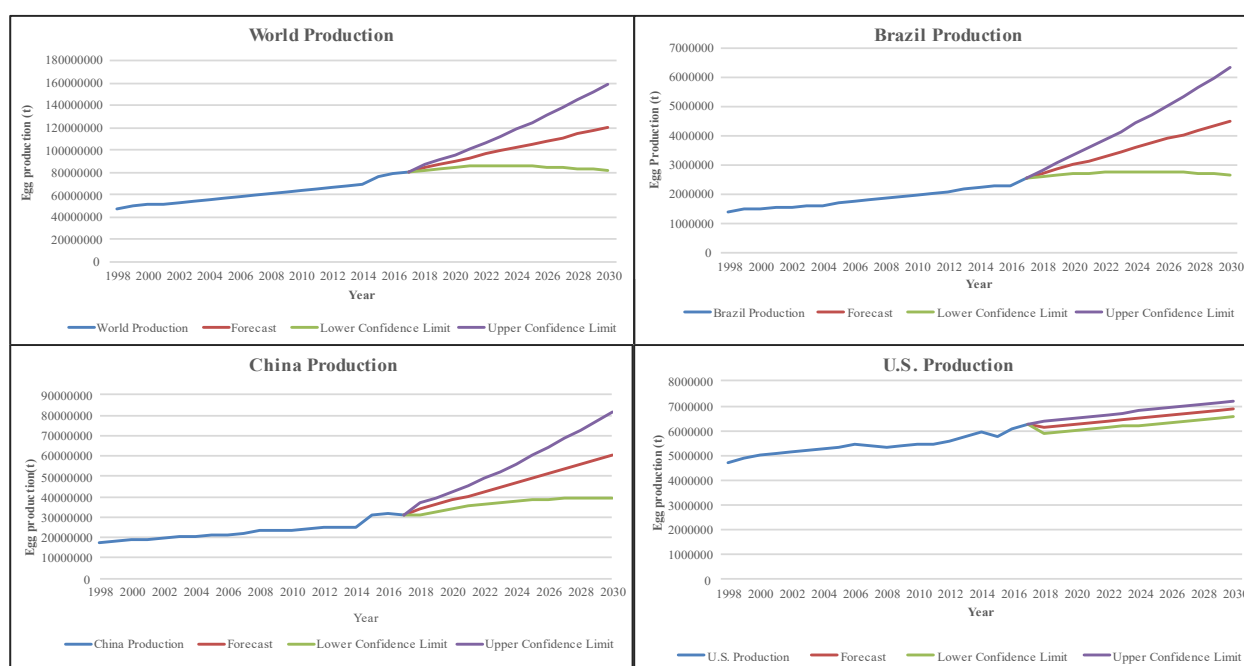
China had a growth rate of 3.14% per year, higher than the world rate (3.36%) and lower than the Brazilian (4.17%) did. Thus, it founded that Brazil had a total growth rate of 83.31%, higher than China's growth (78.76%) in the same period, while the US production had the lowest growth rate per year and total among those evaluated in this study. This result, slightly higher than the annual and total growth rates in Brazil, can be attributed to the period analyzed, which includes precisely the time of greatest intensification in egg production.

The presented result puts the Brazilian egg industry in an evident growth position supported, mainly, by the production units' modernization (Mazzuco 2008). Based on the historical series considered, predictions and possible scenarios of the egg industry in the world and in the countries

targeted in this study were calculated, as shown in figure 4. Considering the prediction between the upper and lower limits, in 2030, China would remain in the lead and account for about 50% of the eggs produced worldwide. Meanwhile, the US would reduce its share of the world egg market from the current 8.4% to about 5.7%, and Brazil would go from the current 3.5% to 3.7% and keep its share of the world egg market virtually unchanged. Since this is a prediction, fluctuations within the upper and lower limits can be attributed to the development strategies of the sector in each country.

Among the countries studied, China shows greater clarity on the future of its egg production, which is oriented towards production growth, at a slower pace compared to its recent past. Therefore, it invests in a standardization and intensification process of the egg industry and identifies its biggest challenges as being, besides the sector's structural changes, the issues related to the safety of the product, environmental safety, biosafety, and food safety.

Figure 4. Production time series (tons) of commercial eggs from 1998 to 2017, with prediction until 2030.



Source: Research data

Brazilian participation in the world egg trade

Generally, the egg trade takes place in two ways: eggs *in natura* or table eggs (conventional eggs, enriched, from free cage, organic, and others) and egg products (frozen, canned, liquid, powder, and others). Therefore, each country has its internal characteristics regarding the productive organization and the egg market.

In the US, egg trade takes place in a stratified environment where producers serve specific markets, whether for conventional *in natura* trading, niche-oriented *in natura* (from free birds, enriched, organic), and eggs for the egg product industry.

In Brazil, the egg market is also organized similarly to the North American one, although conventional egg producers have no commercial restrictions to direct their product, either to the table egg market or to egg product industries (a relatively new option in Brazil), observing the grading rules regulated by the Ministry of Agriculture (MAPA 1990).

The international egg production and trade tends to expand (FAO 2017). Furthermore, issues related to safety and logistics may indicate that the international egg trade will also take place in the form of egg products (Table 3). Therefore, this study aimed to understand the Brazilian participation in this international egg market, whether *in natura* or industrialized. In order to project this future, the time series analysis resource was used based on data from Brazilian exports of the products.

Table 3. Descriptive analysis of Brazilian egg and egg products exports (tons), period from 1997 to 2019.

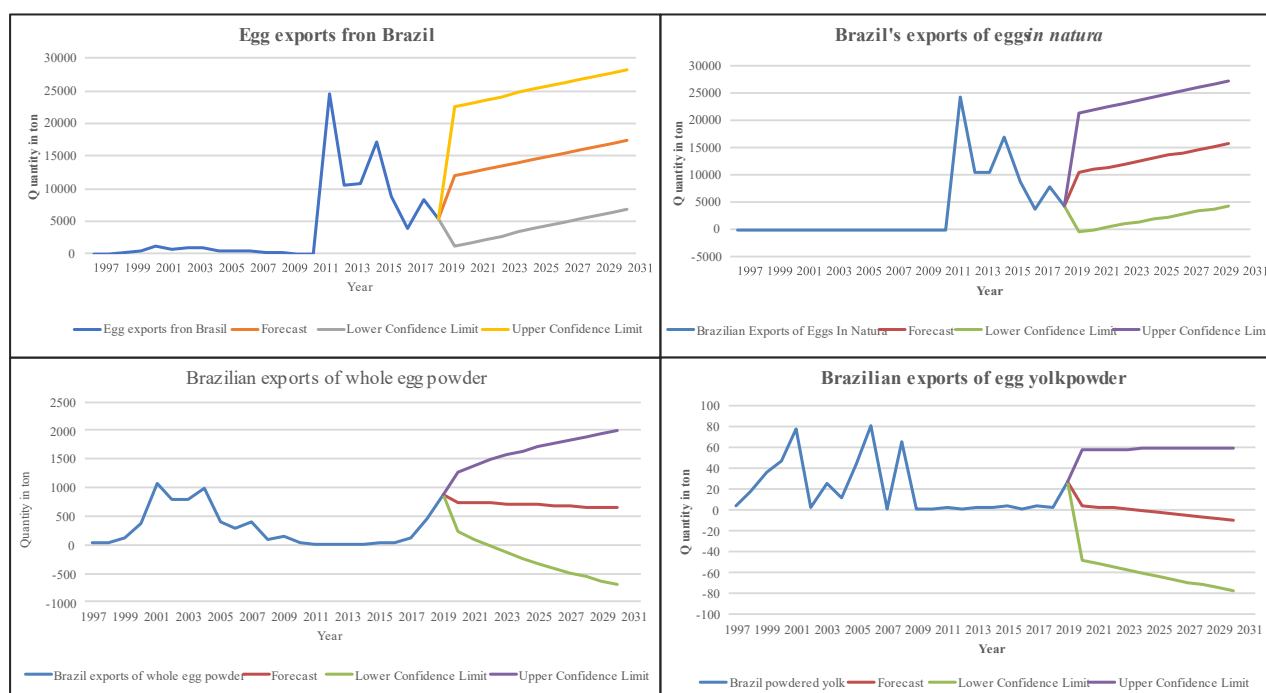
	Egg powder	Powdered yolk	Eggs <i>in natura</i>	Total exported
Average (t)	309.14	19.68	3,782.63	4,111.45
Standard deviation	74.26	5.45	1,367.15	1,340.75
Maximum	985.6	77.10	17,002.59	17,041.69
Minimum	3.3	0.01	0	24.22

Source: Research data

The time series for Brazil's export data are less constant (Figure 5) than the egg production series. The data collected also indicate that Brazil exported a low percentage of its production, a behavior similar to China's 0.25% share of the international egg market (Yang 2021). Data released by ABPA point 2017 as the year with the lowest volume of egg exports, corresponding to 0.26% of production (ABPA 2017).

Based on the data series, egg export predictions were calculated until 2030. In 2012, which was an atypical year in the export of eggs *in natura*, Brazil exported 1.17% of the national egg production. In 2019, this percentage was 0.18%, and for 2030, 0.3% of the national production is expected to be exported. Another movement that can be verified in figure 5 is that the exported products (*in natura* or egg products) alternate, regarding the exported volume, indicating the substitution and not the simultaneous growth of the exported products.

Figure 5. Brazilian exports of eggs and egg products from 1997 to 2019, with a prediction until 2030.



Source: Research data

Generally speaking, predictions indicate a possible future scenario, and cannot be considered an unquestionable reality since many factors can positively or negatively interfere in the predictions' realization. Some of these factors will be addressed in the next item, such as environmental sustainability, animal welfare, and food safety.

Important factors for the egg industry

Considering there are several factors that impact or will impact the future of world egg production, three of them were chosen for a brief discussion in this study, as follows:

Sustainable egg production

Overall, sustainable production, including egg production, is approached from the sustainability tripod idea: to be environmentally friendly, socially fair, and economically viable. A multidimensional character can also be attributed through institutional sustainability (promotion and regulation of sustainability promotion initiatives).

However, the sustainable production concept is being rethought, giving rise to a systemic approach to sustainability and placing environmental sustainability at the base of everything. In other words, recognizing the interdependence of the different dimensions of sustainability. Once environmental sustainability is contemplated, social sustainability can be achieved, and then economic sustainability (VAARST, STEENFELDT and HORSTED 2015; ELKINGTON, JOHN 2018).

Considering the systemic vision of sustainability, its environmental dimension should be a protagonist in the strategic decisions of the world egg production. Therefore, conventional production (in cages) is a system with good environmental performance, especially due to the possibility of efficient management of items such as water, energy, feed, and waste (LEINONEN and KYRIAZAKIS 2016; LEINONEN, WILLIAMS and KYRIAZAKIS 2014; LEINONEN *et al.* 2013, 2012; PELLETIER 2018; PELLETIER 2017; PELLETIER, IBARBURU *and* XIN 2014)

The social dimension of sustainability encompasses several aspects, such as food safety, whether by the products' safety or by the sufficient quantity to meet the demand for eggs at a fair price. Furthermore, the aspect of technological support for egg production by small-scale egg producers should be noted, especially in less developed countries where egg production guarantees income and livelihood (MOTTET *and* TEMPIO, 2017).

Production strategies to meet market demand

This study indicated the expansion of the production and commercialization of eggs in the world, and that the trend points to China maintaining its leadership in this sector, reaching 50% of the world egg production in 2030. It can be seen that China has a structured planning that can guarantee this growth with the professionalization and intensification of processes, guaranteeing quantity and quality of the eggs they produce. Animal welfare issues are considered important, but they do not determine the path to be followed in the Chinese production expansion, basing its decisions on meeting the demand and reducing, as much as possible, the environmental impacts resulting from production (YANG, 2021).

The North American egg industry has a long history of organization and professionalization. The intensification of the production process has reduced the environmental impacts of egg production by about 30% compared to the way it was produced in the 1960s and 2010s, a relevant result in environmental sustainability (PELLETIER, IBARBURU *and* XIN 2014).

However, the North American egg industry has been questioned on animal welfare issues due to the cage housing system for layer hens, which pushed the egg industry to look for alternatives to evolve egg production systems considering welfare and sustainability (GAUTRON *et al.* 2021). Although the same public opinion that pushes for cage-free eggs does not always show a willingness to pay for such production. An example of this fact was observed during the SARs Cov 2 pandemic in the US, where changes in consumption patterns were verified, increasing consumption of conventional eggs *in natura*, decreasing egg products consumption (widely used in snack bars and restaurants), and also reducing the willingness to pay for special eggs (MALONE, SCHAEFER *and* LUSK 2021).

Brazil, which has experienced a large growth in egg production in recent years, will also need to organize the sector to ensure responsible growth, especially to supply the domestic market, ensuring quality and accessibility to all social strata to such an important food, besides thinking about issues related to the product's industrialization and exportation in a sustainable way. Therefore, the pathways for the Brazilian egg industry in the future, as in other countries, should contemplate human and poultry welfare, and the environmental management (KIDD *and* ANDERSON 2019).

Such choices should consider food safety and environmental efficiency of housing systems, sidelining public opinion, which is not always fully enlightened of all the factors involved in industry decision-making (Kidd and Anderson 2019). Thus, it is appropriate to paraphrase Steinfeldt, and Horsted (2015), when they say that: "If there is a real option for consumers to choose poultry products according to their preferences, they need to be aware of and well-informed about the background and possible consequences of production methods, and this necessarily means a certain degree of industry transparency".

Circularity in the egg industry

Egg production sustainability is closely linked to nutrient circularity, through the systematic transformation of its bio-waste and discards into value-added products (LADU *and* MORONE 2021).

Attitudes that contemplate the mitigation of environmental impacts are considered valuable to ensure the sustainability of any production. Therefore, giving correct destination to waste such as manure and eggshells from the egg product industry, use of clean energy, organic fertilization, among others, are initiatives that contemplate the closing of the cycle and guide the sector to a sustainable production (LADU *and* MORONE 2021)

Thus, production systems must necessarily contemplate waste management, and in this sense, we can think about the future of the egg product industry and one of its main residues, eggshells. Eggshell is a waste product that represents about 10% of the weight of an egg and is composed of about 94% calcium carbonate. Its reuse, besides meaning a reduction in environmental impact, characterizes an economy of extracting calcium from nature, an exhaustible natural reserve (KANANI et al. 2020).

Therefore, research and technology development for new waste recovery strategies are required to support increased detour of underutilized waste streams, including eggshells, dead poultry carcasses, and laying hens (Nathan Pelletier et al. 2018).

CONCLUSION

The analysis of the results indicates growth in the period considered, whether those already consolidated or as statistical predictions, both of world egg production and the activity's growth in

Brazil, including egg and egg product exports. These results indicate productive growth and a trend towards the insertion of products in the commercial laying poultry industry, in the foreign market, and a consequent growth in the generation of residues from productive activities.

According to the analysis performed, Brazil occupies a relevant position as a commercial egg producer, and there are possibilities to expand the production of eggs *in natura* and egg products and, based on these facts, by 2030 the country will be led to a more effective participation in the international egg market. Thus, it becomes necessary to plan the necessary expansions, based mainly on issues related to environmental performance and food safety (quantity and safety), to ensure the access of different social strata to this valuable animal protein source.

Therefore, the relevance of further studies on waste management in the production chain of commercial eggs is emphasized. In order to do so, it is important to know its characteristics and volume, and also to catalog the possible alternatives for its use in other productive processes, either by mitigating environmental impacts, or by the opportunity for its commercialization, or by reducing the extraction of natural resources, which the waste reuse can represent.

The efficient waste management, especially the organic ones, can result in economic gains and competitive advantage in conquering new markets for its trading and, in some cases, the negligence with this theme can result in trade barriers.

REFERENCES

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual da ABPA 2017. São Paulo:

ABPA, 2017. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/02/abpa-relatorio-anual-2017.pdf>>. Acesso em: 09 Mar. 2023.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual ABPA 2020. São Paulo:

ABPA, 2020. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/02/abpa-relatorio-anual-2020.pdf>>. Acesso em: 09 Mar. 2023.

“Comex Vis: Visualizações de Comércio Exterior.” 2019. Accessed December 17. Disponível em:

<https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas>

Elkington, De John. 2018. “Há 25 Anos, cunhei a Frase " Triple Bottom Line ". Eis Por Que é Hora

De.” 2018. <https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>.

FAO. 2017. “Africa Sustainable Livestock 2050-Technical Meeting and Regional Launch.”

<https://www.fao.org/3/i7222e/i7222e.pdf>

“FAOSTAT.” 2021. FAO Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>.

- Gautron, J., S. Réhault-Godbert, T.G.H. van de Braak, and I.C. Dunn. 2021. "Review: What Are the Challenges Facing the Table Egg Industry in the next Decades and What Can Be Done to Address Them?" *Animal*, July. Elsevier, 100282. doi:10.1016/j.animal.2021.100282.
- Iwueze, I. S., E. C. Nwogu, V. U. Nlebedim, and J. C. Imoh. 2016. "Comparison of Two Time Series Decomposition Methods: Least Squares and Buys-Ballot Methods." *Open Journal of Statistics* 06 (06). Scientific Research Publishing, Inc, 1123–37. doi:10.4236/ojs.2016.66091.
- Kanani, Farah, Mohammad Davoud Heidari, Brandon H. Gilroyed, and Nathan Pelletier. 2020. "Waste Valorization Technology Options for the Egg and Broiler Industries: A Review and Recommendations." *Journal of Cleaner Production* 262 (July). Elsevier: 121129. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121129.
- Kidd, M. T., and K. E. Anderson. 2019. "Laying Hens in the U.S. Market: An Appraisal of Trends from the Beginning of the 20th Century to Present." *Journal of Applied Poultry Research* 28 (4). Elsevier: 771–84. doi:10.3382/JAPR/PFZ043.
- Ladu, Luana, and Prof Pieggiuseppe Morone. 2021. "Holistic Approach in the Evaluation of the Sustainability of Bio-Based Products: An Integrated Assessment Tool." *Sustainable Production and Consumption* 28 (October). Elsevier: 911–24. doi:10.1016/j.spc.2021.07.006.
- Leinonen, I., A.G. Williams, and I. Kyriazakis. 2014. "The Effects of Welfare-Enhancing System Changes on the Environmental Impacts of Broiler and Egg Production." *Poultry Science* 93 (2): 256–66. doi:10.3382/ps.2013-03252.
- Leinonen, I., A.G. Williams, A.H. Waller, and I. Kyriazakis. 2013. "Comparing the Environmental Impacts of Alternative Protein Crops in Poultry Diets: The Consequences of Uncertainty." *Agricultural Systems* 121: 33–42. doi:10.1016/j.agsy.2013.06.008.
- Leinonen, I., A.G. Williams, J. Wiseman, J. Guy, and I. Kyriazakis. 2012. "Predicting the Environmental Impacts of Chicken Systems in the United Kingdom through a Life Cycle Assessment: Egg Production Systems." *Poultry Science* 91 (1): 26–40. doi:10.3382/ps.2011-01635.
- Leinonen, Ilkka, and Ilias Kyriazakis. 2016. "How Can We Improve the Environmental Sustainability of Poultry Production?" *Proceedings of the Nutrition Society* 75 (3): 265–73. doi:10.1017/S0029665116000094.
- Malone, Trey, K. Aleks Schaefer, and Jayson L. Lusk. 2021. "Unscrambling U.S. Egg Supply Chains amid COVID-19." *Food Policy* 101 (May). Pergamon: 102046. doi:10.1016/J.FOODPOL.2021.102046.

- BRASIL. Portaria nº01 do MAPA - Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que dispõe sobre as Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados. D.O.U., 06/03/1990
- Marcia Vizzotto, Ana Cristina Krolow, Fernanda Cardoso Teixeira. 2010. “Alimentos Funcionais: Conceitos Básicos.” Embrapa. Pelotas - Embrapa Clima Temperado, 2010. 20 p. ISSN 1516-28840
- Mazzuco, Helenice. 2008. “Ações Sustentáveis Na Produção de Ovos.” *Revista Brasileira de Zootecnia*. Sociedade Brasileira de Zootecnia. doi:10.1590/S1516-35982008001300027.
- McNamara, Donald. 2015. “The Fifty Year Rehabilitation of the Egg.” *Nutrients* 7 (10): 8716–22. doi:10.3390/nu7105429.
- Mottet, A., and G. Tempio. 2017. “Global Poultry Production: Current State and Future Outlook and Challenges.” *World’s Poultry Science Journal* 73 (2): 245–56. doi:10.1017/S0043933917000071.
- “Ovoprodutos.” 2021. Accessed August 18. <http://www.qualfood.com/seguranca-alimentar/alimentos-alguns-riscos-associados/ovoprodutos>.
- Parker, Robert. 2007. “Calculating Growth Rates.” In *Economic Evaluations in Exploration*, 185–89. doi:10.1007/978-3-540-73559-5_15.
- Pelletier, N. 2017. “Life Cycle Assessment of Canadian Egg Products, with Differentiation by Hen Housing System Type.” *Journal of Cleaner Production* 152: 167–80. doi:10.1016/j.jclepro.2017.03.050.
- Pelletier, N. 2018. “Changes in the Life Cycle Environmental Footprint of Egg Production in Canada from 1962 to 2012.” *Journal of Cleaner Production* 176: 1144–53. doi:10.1016/j.jclepro.2017.11.212.
- Pelletier, N., M. Ibarburu, and H. Xin. 2014. “Comparison of the Environmental Footprint of the Egg Industry in the United States in 1960 and 2010.” *Poultry Science* 93 (2): 241–55. doi:10.3382/ps.2013-03390.
- Pelletier, Nathan, Maurice Doyon, Bruce Muirhead, Tina Widowski, Jodey Nurse-Gupta, Michelle Hunniford, Nathan Pelletier, et al. 2018. “Sustainability in the Canadian Egg Industry— Learning from the Past, Navigating the Present, Planning for the Future.” *Sustainability* 10 (10). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 3524. doi:10.3390/su10103524.
- Pires, Maria Antônia Domingues Ramos, and Andrea Troller Pinto. 2020. “Indústria Do Ovo: Qual é o Significado e Uso Dessa Expressão?” *Brazilian Journal of Food Technology* 23: 539–47. doi:10.1590/1981-6723.21119.
- Vaarst, M., S. Steinfeldt, and K. Horsted. 2015. “Sustainable Development Perspectives of Poultry Production.” *World’s Poultry Science Journal* 71 (4): 609–20. doi:10.1017/S0043933915002433.

World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020. Rome: FAO. doi:10.4060/cb1329en.

Yang, Ning. 2021. "Egg Production in China: Current Status and Outlook." *Frontiers of Agricultural Science and Engineering* 8 (1). Higher Education Press: 25. doi:10.15302/J-FASE-2020363.

CAPÍTULO 5

CASCAS DE OVOS: TRAJETÓRIA DOS ESTUDOS PARA SEU APROVEITAMENTO, FORMA E UTILIZAÇÃO SOB A ÓTICA DE CIRCULARIDADE DE RECURSOS NATURAIS

Maria Antônia D. Ramos Pires¹, Thiago José Florindo², Verônica Schmidt³

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronegócios – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

²Campus Nova Andradina, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

³Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Artigo aceito para publicação: Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais

**CASCAS DE OVOS: TRAJETÓRIA DOS ESTUDOS PARA SEU APROVEITAMENTO, FORMA E UTILIZAÇÃO SOB
A ÓTICA DE CIRCULARIDADE DE RECURSOS NATURAIS**

**EGG SHELLS: TRAJECTORY OF STUDIES FOR THEIR USE, SHAPE AND USE FROM THE PERSPECTIVE OF
CIRCULARITY OF NATURAL RESOURCES**

RESUMO

O Brasil é um produtor relevante de ovos de galinha, atualmente atende a demanda interna pelo produto e uma parcela menor é destinada ao mercado internacional de ovos. A maior parte é comercializada *in natura* e um percentual menor é direcionado para indústrias que processam ovos (ovo líquido, ovo em pó e outros), que neste artigo são tratados como ovoprodutos. Tal produção tem tendência de crescimento nos próximos anos, bem como da produção de ovoprodutos, e o crescimento da participação brasileira no mercado internacional de ovos. A tendência de crescimento, principalmente da produção de ovoprodutos, traz consigo o aumento da geração do bio-resíduo casca de ovo, de forma concentrada, dificultando seu descarte adequado. A pesquisa realizada teve por objetivo identificar possibilidades de aproveitamento destas cascas dos ovos, como insumo para outros processos produtivos, caracterizando as áreas do conhecimento da aplicação e o ciclo produtivo envolvido, bem como os dados bibliográficos relativos a tais estudos, tendo como farol deste aproveitamento a Economia Circular. Concluiu-se que os estudos avaliados, de modo geral, encontram-se em fase inicial de sondagem quanto a adequação e confirmação das possibilidades de uso das cascas de ovos como insumo em diversos processos produtivos, bem como que a China, além de maior produtora mundial de ovos, é o país com maior destaque em pesquisas sobre reutilização de cascas de ovos. Foram verificadas diversas aplicações para o bio-resíduo cascas de ovos de galinha, tais como: na produção de enxertos ósseos, na nutrição humana e animal, em fármacos, na composição de substâncias catalizadoras com diversas aplicações (como descontaminante, na produção de biocombustíveis, como componente de baterias de lítio), ou ainda em diversas áreas das engenharias, como material de construção, em equipamentos elétricos, na estabilização de solos entre outras.

Palavras-chave: cascas de ovos, sustentabilidade ambiental, economia circular, agronegócios, indústria do ovo, ovoprodutos

ABSTRACT

Brazil is a relevant producer of chicken eggs, currently meets the domestic demand for the product and a smaller portion is destined for the international egg market. Most of it is sold *in natura* and a smaller percentage is directed to industries that process eggs (liquid egg, powdered egg and others), which in this article are treated as egg products. Such production tends to grow in the coming years, as well as the production of egg products, and the growth of Brazilian participation in the international egg market. The growth trend, mainly in the production of egg products, brings with it the increase in the generation of eggshell bio-waste, in a concentrated form, making its proper disposal difficult. The research carried out aimed to identify possibilities of using these eggshells as an input for other production processes, characterizing the areas of knowledge of the application and the productive cycle involved, as well as the bibliographic data related to such studies, having as a beacon of this use. the Circular Economy. It was concluded that the studies evaluated, in general, are in the initial phase of probing regarding the adequacy and confirmation of the possibilities of using eggshells as an input in various production processes, as well as that China, in addition to being the largest producer world of eggs, is the country with the greatest prominence in research on the reuse of eggshells. Several applications were verified for the chicken eggshell bio-waste, such as: in the production of bone grafts, in human and animal nutrition, in pharmaceuticals, in the composition of catalyst substances with different applications (as a depollutant, in the production of biofuels, as a component of lithium batteries), or in several engineering areas, such as construction material, electrical equipment, soil stabilization, among others.

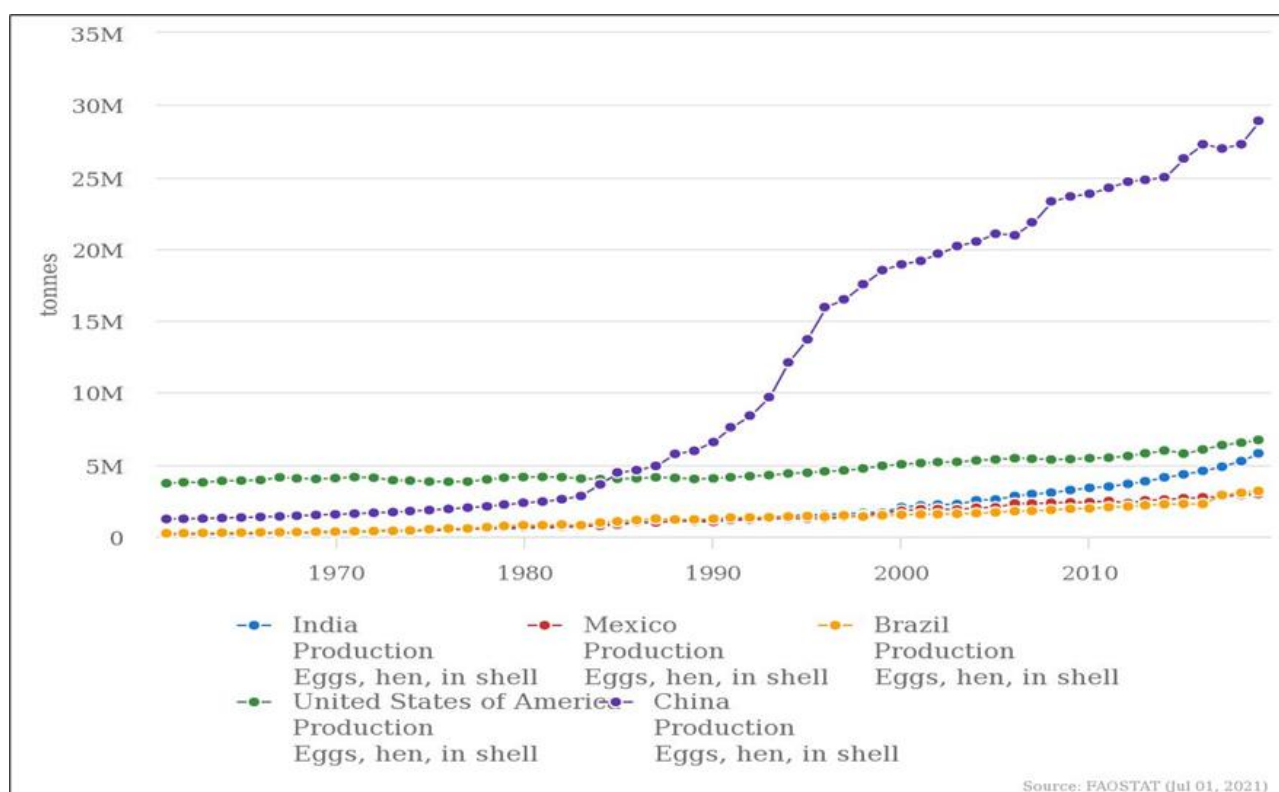
Key words: eggshells, environmental sustainability, circular economy, agribusiness, egg industry, egg products

INTRODUÇÃO

A avicultura de postura comercial, assim como outros sistemas agroindustriais, experimentou um grande crescimento em quantidade e qualidade de produção. No Brasil este crescimento pode ser observado com maior ênfase a partir do final da década de 90, especialmente em virtude da intensificação e automatização da produção. Atrélado ao aumento de produção também foi majorada a quantidade de resíduos proveniente da cadeia, entre eles a casca de ovos, especialmente os oriundos da emergente indústria processadora de ovoprodutos.

O ovo é uma fonte importante de proteína animal (94% de valor biológico) sendo considerado um alimento funcional ou nutracêutico (além de nutrir, cura enfermidades) (MARCIA VIZZOTTO, ANA CRISTINA KROLOW, 2010). A indústria do ovo brasileira, como já mencionado, passou por um período de transformação através da intensificação e automatização da produção, possibilitada pela abertura do Brasil à importação de equipamentos e tecnologia (galpões, classificadoras de ovos, entre outras). Esta intensificação gerou um incremento produtivo relevante, atendendo à demanda crescente pelo produto, garantindo a oferta do produto e sua inocuidade. O Brasil está entre os principais produtores de ovos no mundo, sendo a China o maior produtor (Figura 1).

Figura 1. Maiores produtores de ovos no mundo



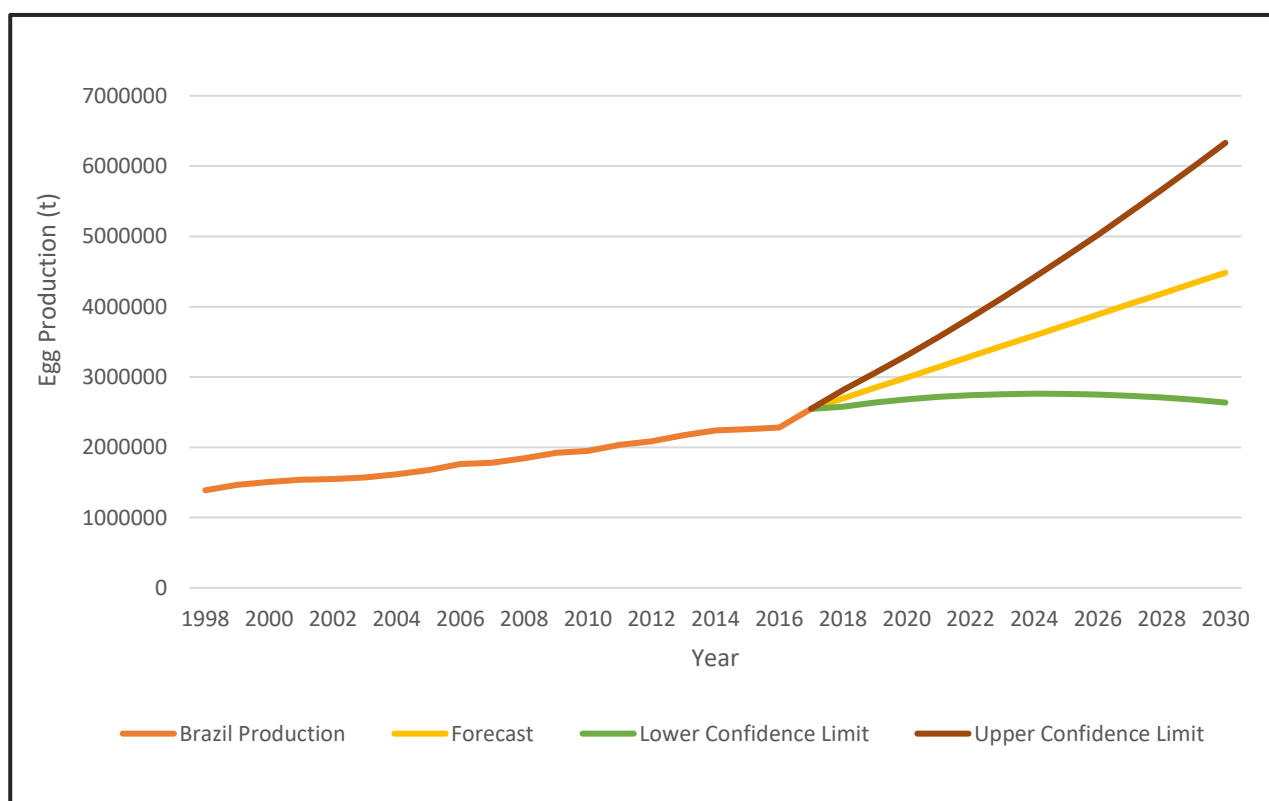
Fonte: FAOSTAT

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO projeta um crescimento na demanda por ovos em 303% no mundo até 2050 (FAO, 2017). Esta projeção de crescimento traz consigo, além de uma possibilidade para o Brasil participar de forma mais efetiva do mercado mundial de ovos, uma

responsabilidade em destinar corretamente os resíduos provenientes desta produção majorada, especialmente através da transformação de resíduos em coprodutos de valor agregado (LADU; MORONE, 2021; PELLETIER *et al.*, 2018b).

O alimento ovo, durante um passado recente, foi considerado um alimento nocivo à saúde e seu consumo foi desestimulado. No entanto, estudos comprovaram seu valor nutricional conduzindo, assim, para elevação de seu consumo per capita. No Brasil este consumo passou de 148, em 2010, para 192 unid./hab. em 2017 (ABPA, 2018). Neste sentido, a Figura 2 apresenta os dados de produção brasileira de ovos e a projeção futura da produção até 2030, percebendo-se a tendência de crescimento.

Figure 2. Time series of Brazilian egg production from 1997 to 2017, expected by 2030.



Source: Prepared by the authors with FAO data

Além dos ovos *in natura* uma parcela da produção é direcionada ao processamento dos ovos (ovoprodutos), especialmente utilizados como ingredientes de outras indústrias alimentícias (bolos, massas, biscoitos, maionese, entre outros), sendo estes mais adequados à exportação por questões de logística e de validade do produto. Os ovoprodutos são definidos como os produtos obtidos a partir do ovo, dos componentes clara ou gema, depois de retirada a casca e as membranas e que são destinados ao consumo humano, podendo ser adicionados outros produtos alimentares ou aditivos (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) aponta a industrialização de ovos como uma tendência de mercado de ovos no Brasil. Tal afirmação apoia-se em uma tendência mundial em que os ovoprodutos ocupam 25% do mercado de ovos no União Europeia, 30% nos Estados Unidos e 49% no Japão. A industrialização de ovos desenvolveu-se, inicialmente, como forma de melhor aproveitamento dos

ovos com problemas de qualidade de casca, considerados inadequados como ovos de mesa. Por sua vez, os ovoprodutos têm uma vida útil prolongada, configurando uma vantagem na comercialização, transporte e logística, além de configurar maior estabilidade de preços ao longo do tempo, em comparação com os ovos com casca, tornando os ovoprodutos um produto consistente para o fluxo de receita das empresas (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

Em contrapartida, a tendência de crescimento da produção de ovoprodutos no Brasil traz consigo o aumento da geração de resíduos desta produção, especialmente cascas de ovos. As cascas e membranas podem até ser consideradas resíduos; no entanto, seu valor como nutriente (carbonato de cálcio e proteínas) cada vez mais é estudado e explorada sua aplicação como bio-resíduo de valor (ambiental e econômico), podendo ser utilizado como insumo em diversos processos produtivos, configurando um fechamento de ciclo, algo desejável e alinhado aos princípios direcionadores da Economia Circular (PUBLICATIONS | ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; QUINA; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017).

Os resíduos, na economia circular, são tratados com visão holística de forma a unificar o seu aproveitamento, sejam eles provenientes de cultivos agrícolas, esterco, resíduos da indústria alimentar, de lamas, de águas residuais, entre outros. O objetivo é o fechamento do ciclo de utilização, mantendo o máximo de tempo os bens em circulação e, por consequência, retardando seu descarte (BALLARDO *et al.*, 2017a).

A casca do ovo é uma estrutura complexa, altamente organizada e porosa, com função de proteger o conteúdo de infecções microbianas e fornecer cálcio para o desenvolvimento embrionário e através dela são realizadas as trocas de água e gases. Sua composição é de cerca de 98% de carbonato de cálcio e 2% de matriz orgânica. Assim sendo, fisicamente ela pode ser fracionada em duas partes, uma inorgânica (casca propriamente dita) e uma orgânica (membrana interna) composta por proteínas, glicoproteínas e proteoglicanos (RODRIGUES, 2015).

A reciclagem da casca dos ovos pode acontecer de forma integral, neste caso muitas vezes as proteínas da membrana são perdidas, por tratamento térmico, e o cálcio é aproveitado. Estudos apontam que a reciclagem separada da casca e da membrana eleva o valor dos produtos resultantes. Embora não seja exatamente simples, já é possível uma separação eficiente da casca e da membrana, sendo que uma das formas é a flutuação diferencial (ciclone), em que seus desenvolvedores apontam eficiência do método, recuperando 94% das membranas e taxa de limpeza superior a 96% (CHI, Y. Y. *et al.*, 2019).

A membrana da casca do ovo é considerada uma fonte alternativa potencial e importante de colágeno para aplicação em alimentos, cosméticos e materiais biomédicos (ZHAO, Y.-H.; CHI, 2009). Por sua vez, a casca do ovo é considerada uma rica fonte de sais minerais, podendo ter a finalidade de servir como base para desenvolvimento de produtos em diversos ramos da indústria: cosmética, fertilizantes, suplementos alimentares, implantes ósseos e dentários, como agentes anti-tártaro em cremes dentais e em bases biocerâmicas (DALLACORTE, CAMILA; BEHLING, SAMARA M.; QUADROS, 2017).

A casca é largamente produzida na indústria de ovoprodutos que, embora de modo geral passe por uma centrifugação para retirada da clara aderida e redução da umidade, ainda constitui um problema ambiental se a ela não for dado um destino ambientalmente adequado, tecnologicamente possível e monetariamente viável. Desconsiderar a reciclagem de cascas de ovos representa o desperdício de um biomineral importante como o cálcio e, conseqüentemente, desconsidera-se a possibilidade de reduzir a extração de um recurso natural valioso e limitado, como o elemento cálcio; além disso, o descarte em grandes volumes na natureza pode causar poluição por deterioração microbiana. Assim, a casca do ovo constitui um problema ambiental, ou uma fonte de riqueza, especialmente em países onde a indústria de processamento de ovos esteja implantada (RODRIGUES, 2015).

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo, identificar possibilidades de aproveitamento da casca dos ovos como insumo para outros processos produtivos, caracterizando as áreas do conhecimento da aplicação, o ciclo produtivo envolvido, bem como dados bibliográficos relativos a tais estudos, tendo como farol deste aproveitamento a Economia Circular.

REFERENCIAL TEÓRICO

O consumo da sociedade está organizado de forma linear, modelo no qual os recursos naturais são extraídos e servem de matéria-prima na produção de bens de consumo; tais produtos, após sua utilização, são descartados ou geram resíduos que da mesma maneira são descartados no meio ambiente. Desta forma são consumidos combustíveis fósseis, minerais, água, oxigênio e descartadas as emissões gasosas e líquidas no solo, água e ar, além de resíduos sólidos descartados em aterros sanitários. Esta atitude pressiona todo o sistema, de um lado esgotando recursos naturais e de outro, a impossibilidade da natureza de processar todos os rejeitos da produção (KOVANDA; HAK, 2007).

Este modelo passou a ser repensado a algumas décadas e um destes pensadores foi o economista britânico Kenneth Boulding, considerado por muitos como o idealizador do termo “Economia Circular”. Fato atribuído à publicação de um artigo em 1966 (“*The economics of coming spaceship earth*”), onde era defendida a ideia de circularidade econômica como forma de torná-la sustentável, objetivando elevar a qualidade geral de vida e diminuindo as pressões ambientais (KOVANDA; HAK, 2007). Este fenômeno é chamado de desacoplamento, ou seja, dissociar a degradação ambiental do desenvolvimento econômico, considerando a proteção dos recursos naturais e a proteção da saúde humana como aspectos essenciais do desenvolvimento econômico (ESPOSITO *et al.*, 2020).

A sustentabilidade está relacionada à economia circular por considerar três aspectos: Impacto ambiental, escassez de recursos e benefícios econômicos. Assim sendo, as diretrizes europeias podem ser citadas como impulsionadoras do conceito de “Economia Circular”, centralizando e catalisando o desenvolvimento sustentável através do fechamento de ciclo (QUINA, M.J.; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017). A “Economia Circular” se inspira na natureza, onde o resíduo de uma espécie é o alimento de outra e a soma fornece energia (WEETMANN, 2019).

Os princípios da economia circular têm relação direta com a bioeconomia, especialmente sob o aspecto de economia de recursos naturais, sendo a reciclagem um ponto de convergência, substituindo recursos não renováveis por renováveis, economizando energia e material e explorando tecnologias limpas (LEE, 2019). O fósforo é um exemplo de aplicação da economia circular, pois trata-se de um elemento essencial para a nutrição e sua reciclagem representa economia das reservas naturais e, do ponto de vista ambiental, seu descarte na natureza é impactante pois está diretamente relacionado à eutrofização de águas (SMOL, 2019).

Assim sendo, podemos dizer que conceituar economia circular ainda é uma tarefa um tanto complexa, tendo em vista que pode ser considerado um termo guarda-chuva que abriga uma diversidade de ideias, tornando sua definição pluralista (VELENTURF *et al.*, 2019). Neste sentido, aceitaremos que uma economia circular (EC) pode ser definida como um modelo econômico voltado para o uso eficiente de recursos através da minimização de resíduos, retenção de valor a longo prazo, redução do uso de recursos primários e ciclos fechados de produtos, peças de produto e materiais, respeitando os limites de proteção ambiental e benefícios socioeconômicos (MORSELETTO, 2020b).

A EC ainda pode ser definida como sendo uma economia restauradora e regenerativa. Tal afirmação motivou um estudo em que seu autor propões estabelecer claramente o que se entende com sendo restauração e regeneração, no contexto da economia circular. Assim sendo, Piero Morsetto, tomando como pano de fundo o diagrama de borboleta da Ellen Macarthur Foundation e em seus fluxos biológicos e técnicos, propôs as seguintes definições (MORSELETTO, 2020a):

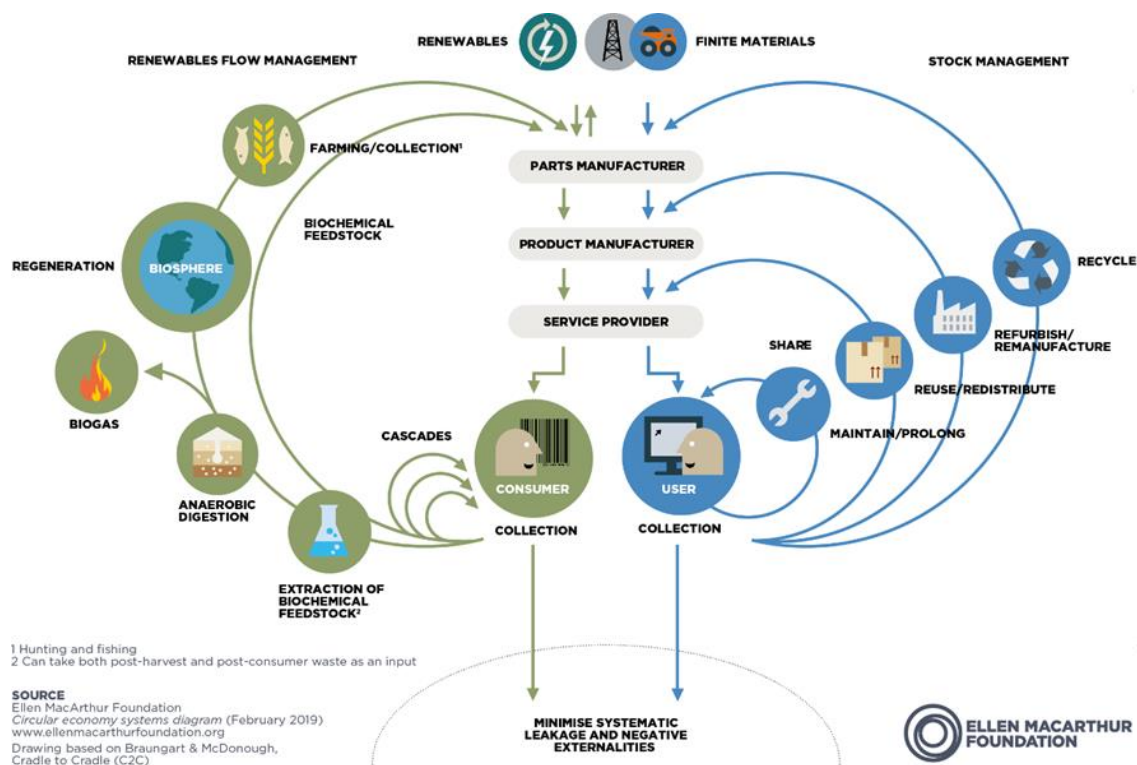
Restauração – Retorno a uma condição anterior ou original, sendo uma definição simples que respeita a etimologia e está de acordo com a maioria das interpretações na literatura EC, sendo um conceito mais aplicável ao fluxo técnico.

Regeneração – Trata da promoção da capacidade de auto renovação dos sistemas naturais, com o objetivo de reativar processos ecológicos danificados ou sobre explorados pela ação humana, sendo um termo mais aplicável aos fluxos biológicos.

A figura 3 é uma representação gráfica da ideia de economia circular; trata-se de um diagrama sistêmico que ilustra o fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos através do “círculo de valor” e foi construído com base em três princípios fundamentais da economia circular:

1. Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis.
2. Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo tanto no ciclo técnico como no ciclo biológico.
3. Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

Figura 3. Diagrama da Economia Circular



Fonte: CIRCULAR ECONOMY - BUTTERFLY DIAGRAM - PNG | SHARED BY DIGITAL, 2022.

A fundação Ellen MacArthur, concebeu o diagrama da economia circular definindo que:

“O modelo faz uma distinção entre ciclos técnicos e biológicos. O consumo se dá apenas nos ciclos biológicos, onde alimentos e outros materiais de base biológica (como algodão e madeira) são projetados para retornar ao sistema através de processos como compostagem e digestão anaeróbica. Esses ciclos regeneraram os sistemas vivos, tais como o solo, que por sua vez proporcionam recursos renováveis para a economia. Ciclos técnicos recuperam e restauram produtos, componentes e materiais através de estratégias como reuso, reparo, remanufatura ou (em última instância) reciclagem (ECONOMIA CIRCULAR, 2021) ”

METODOLOGIA

A pesquisa realizada consistiu em uma revisão sistemática da literatura, com enfoque qualitativo, a fim de analisar os documentos publicados e indexados em bases de dados *on-line* que utilizaram o termo *eggshell* em combinação com *waste*. Este é um tipo de investigação focada em uma questão de pesquisa devidamente definida e que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis na literatura.

A realização deste tipo de investigação é composta de cinco estágios, quais sejam: (i) definição dos termos e dos métodos de busca; (ii) definição das bases de dados; (iii) seleção dos artigos; (iv) levantamento dos principais pontos de cada artigo e (v) análise dos resultados (COSTA; CARVALHO, 2016).

A definição do termo central do estudo, *eggshell*, contemplou o primeiro estágio do estudo. O segundo estágio do estudo contemplou a definição das bases de dados *Scopus*, para investigação, em virtude da relevância no âmbito científico e na área de conhecimento de interesse. Na sequência ocorreu a seleção

dos artigos, com a utilização da palavra-chave *eggshell* e sua ocorrência no título, resumo e/ou palavras-chave. Foram adicionadas palavras chaves secundárias, primeiro restringindo a busca a artigos relacionados à utilização deste resíduo como insumo para novos produtos e, para tanto, foi utilizado o termo *waste*.

Seguindo as etapas sugeridas, obteve-se um portfólio de 1232 produções científicas. A amostra foi restringida aos artigos de *journals* revisados por pares e documentos de conferências restando 1230 artigos. A seguir estes documentos foram avaliados pelo seu título e resumo para confirmar, ou não, a sua adequação ao objetivo do presente estudo. Neste procedimento foram excluídos 243 documentos que tratavam de outros assuntos alheios ao interesse deste estudo como, por exemplo, ovos de outras espécies. A busca foi realizada no mês de março de 2020 e foram selecionados os documentos publicados no período de 2016 a 2020, independentemente do idioma da publicação. Foram também excluídos os documentos categorizados como da área da veterinária pelo fato de estarem relacionados à qualidade da casca, o que foge do escopo estabelecido neste estudo.

O portfólio final (659 documentos) foi submetido, também, a avaliação e classificação manual pelos pesquisadores, tendo sido observados os seguintes aspectos: ano da publicação, utilização ou aplicação proposta pelo estudo, breve descrição do estudo, pesquisadores envolvidos, produto resultante, tipologia do estudo (revisão ou experimento) e fração da casca objeto da pesquisa (casca ou membrana interna), as quais convencionaremos chamar neste artigo por sua nomenclatura em inglês *Egg Shell* (ES) e *Egg Shell Membrane* (ESM).

Considerado que o interesse principal deste estudo se refere a possíveis aplicações das cascas de ovos como insumo em outros processos produtivos, foi realizada uma avaliação bibliométrica com o auxílio do software VOSViewer, tendo sido conduzida com base em 561 artigos, extraídos do número total de documentos inicialmente selecionados, limitando-se aos documentos relativos a pesquisas primárias (artigos publicados em periódicos) e tendo sido excluídos documentos de conferências e revisões. Assim sendo, foram confeccionados mapas a partir da análise do título, palavras-chave e resumo dos artigos, adotando o método de contagem total e considerando o número mínimo de duas ocorrências por documento. Os resultados desta análise foram organizados em clusters que se interligam através de linhas que, quanto maior o círculo maior seu peso e quanto mais próximos maior a força de sua ligação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. *Classificação e avaliação manual dos artigos*

A avaliação manual dos artigos selecionados foi conduzida de maneira a identificar questões relevantes ao objetivo do estudo, tais como a área de aplicação proposta para reutilizar a casca de ovos (ES) a membrana (ESM) ou ambas, sendo adequado informar que em diversos casos a ESM é perdida pela submissão a tratamento térmico da casca (calcinação) de forma a obter o carbonato de cálcio. Desta maneira, dos 659 artigos avaliados 569 documentos trataram do reuso da casca dos ovos (ES), 87 avaliaram o reuso da membrana (ESM) e 3 documentos trataram do aproveitamento de ambas as frações da casca de ovos.

Concomitantemente os documentos foram classificados segundo o tipo de estudo (se um experimento ou uma revisão de literatura) e, neste aspecto, 640 documentos (97%) estavam relacionados a uma pesquisa primária (experimentos) e 19 (3%) tratavam de estudos secundários (revisão de literatura).

Os documentos também foram classificados quando à forma proposta para aplicação da casca ou membrana e entre as diferentes aplicações, também foram categorizados segundo seu uso com base na área de aplicação proposta. O quadro 1 apresenta o resumo desta sistematização.

Quadro 1. Categorias de classificação segundo a aplicação proposta pelo estudo avaliado e qual a área de reutilização da ES ou ESM.

Aplicação	Área de reutilização
Catalizador (adsorventes)	Detectores e diversas
Descontaminante	Água, solo e ar
Energia	Biogás, biodiesel, biocarvão, biomassa, hidrogênio e geração de calor
Engenharia	Material de construção, vidro, pavimentação, estabilização de solos, material eletro /eletrônico (capacitor, baterias, condutores e semicondutores), borrachas, epóxi, polímeros, conservação de alimentos, embalagens, processamento da casca, impermeabilizante, petroquímica e outros.
Produção Vegetal	Nutrição, substrato, irrigação (hidro gel) e outros
Saúde humana e animal	Nutrição, tecidos ósseos, fármacos, odontologia, cosmética e outros

Fonte: Elaborado pelos autores

Segundo a classificação proposta, os resultados obtidos são apresentados nas figuras 4 e 5, conforme a aplicação e a área contemplada para reuso das cascas de ovos e membranas.

Sobre a classificação por aplicação torna-se relevante esclarecer que as categorias catalizador, descontaminante e energia, tratam da utilização casca de ovos como fonte de cálcio para composição de substâncias catalizadoras, ou seja, aquelas que são capazes de acelerar uma reação química sem dela participarem. Apesar das três classificações tratarem basicamente desta mesma função, considerou-se oportuno subdividi-las para destacar as diferentes áreas de suas aplicações e sua ocorrência nos estudos selecionados.

Figura 4. Classificação dos estudos, conforme a aplicação proposta para reutilização das cascas de ovos e/ou membranas

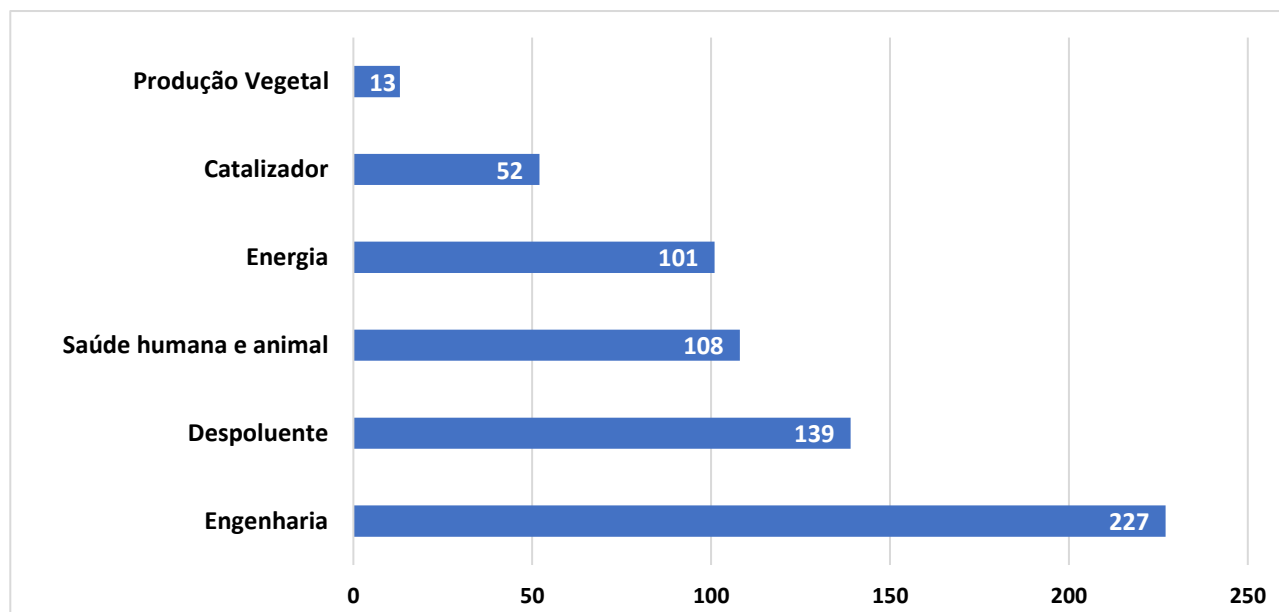
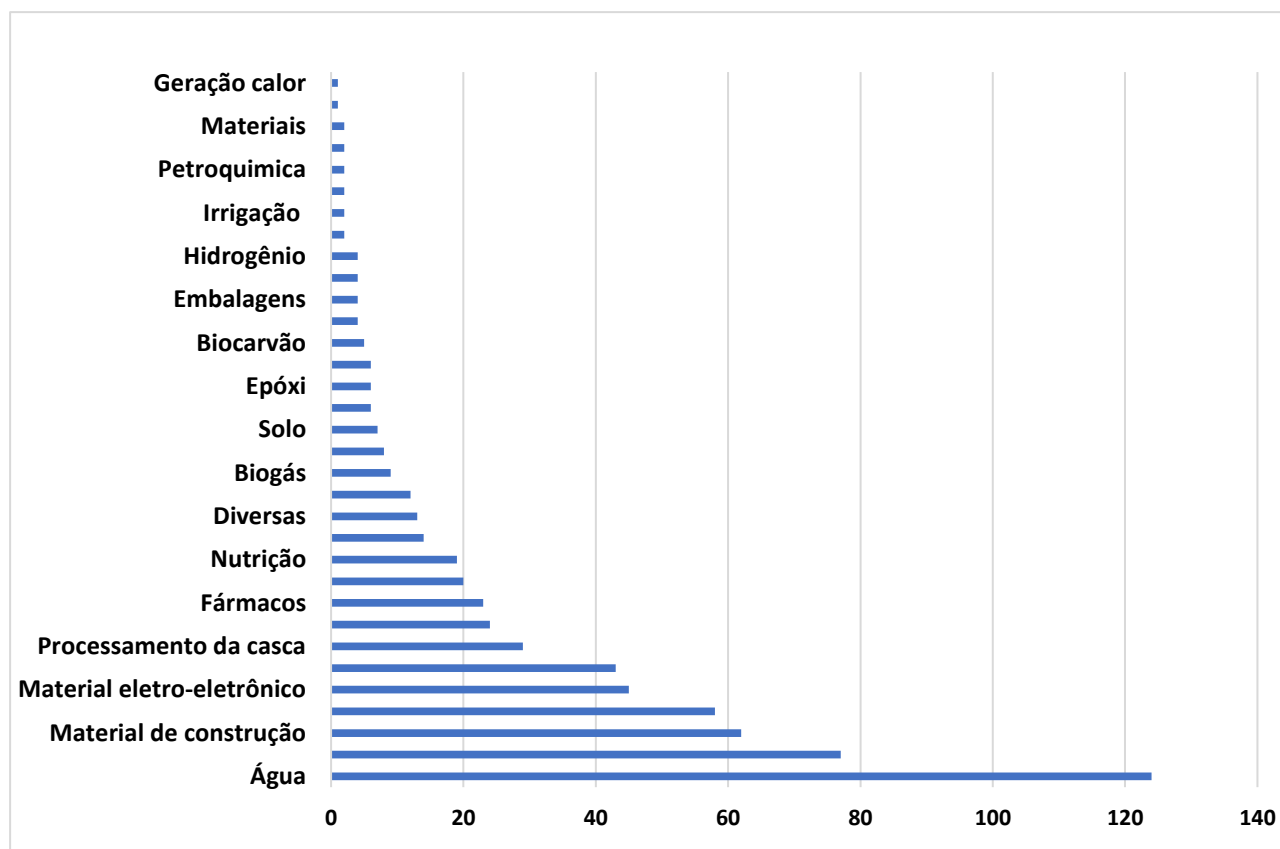


Figura 5. Distribuição dos artigos conforme a área de aplicação da casca de ovos e/ou membrana



A análise de conteúdo dos artigos indicou que 369 artigos (56%) dos estudos experimentais propõe a reutilização dentro do ciclo biológico, 245 (37%) propõe aplicação no ciclo técnico e 48 artigos (7%) não se aplicam a esta classificação. Isto porque, trata-se de estudos onde: não é possível identificar um ciclo específico, serem revisão bibliométrica ou, sendo experimental, tratam de técnicas de processamento das cascas de ovos ou membrana para utilização em diferentes processos de reutilização. Entre os estudos

referentes a processamento de cascas estão processos de calcinação de casca, moagem, separação da casca e da membrana interna, sendo tecnologias aplicáveis em e diferentes aproveitamentos.

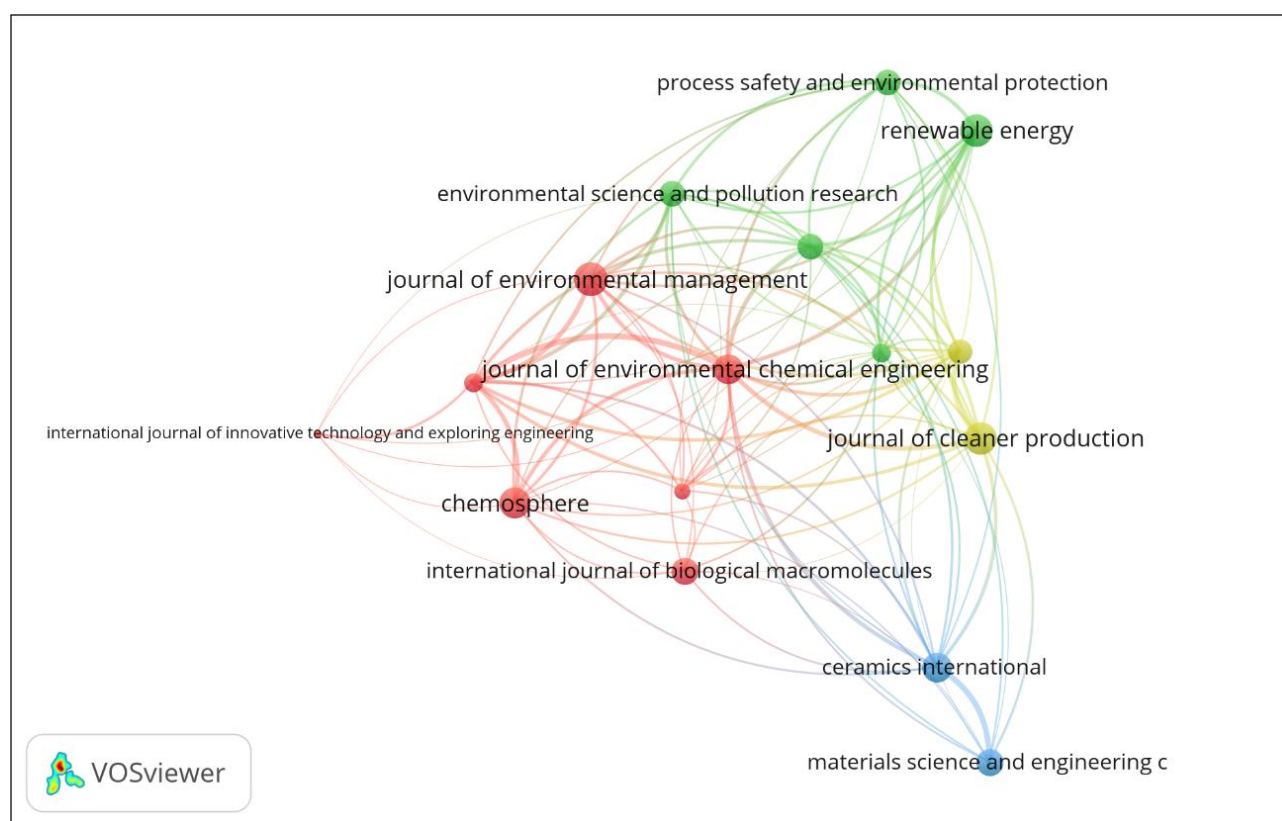
2. Avaliação bibliométrica

A avaliação bibliométrica realizada evidenciou questões relacionadas às palavras chaves usualmente utilizadas nos estudos de interesse, as áreas do conhecimento às quais tais estudos estão relacionados, a interação dos países na condução destes estudos sobre a utilização de cascas de ovos e/ou sua membrana proteica, bem como os periódicos onde estes estudos são publicados.

Com base nos dados bibliográficos foram selecionados os periódicos com, no mínimo, 5 ocorrências (publicações), sendo relacionados 16 periódicos aglutinados em 4 clusters, conforme a área do conhecimento que estão relacionados (Figura 6).

Pode-se inferir que os estudos sobre o tema têm foco no meio ambiente, mesmo que de forma indireta. Tratam diretamente de alternativas para reduzir impactos (descontaminante de água, solo e ar), produção de energia (biocombustíveis), bem como na redução da exploração de jazidas naturais. Esta redução se dá através aplicação do bio-resíduo em materiais e processos de engenharia, tais como: aplicação na medicina (próteses, medicamentos e suplementação nutricional), materiais de construção, na fabricação de baterias para equipamentos eletrônicos, estabilização de solos entre outros.

Figura 6. Mapa dos periódicos com maior frequência de publicações e citações, sobre possibilidades de aplicações da casca de ovos como insumo para outros processos produtivos.



Legenda:

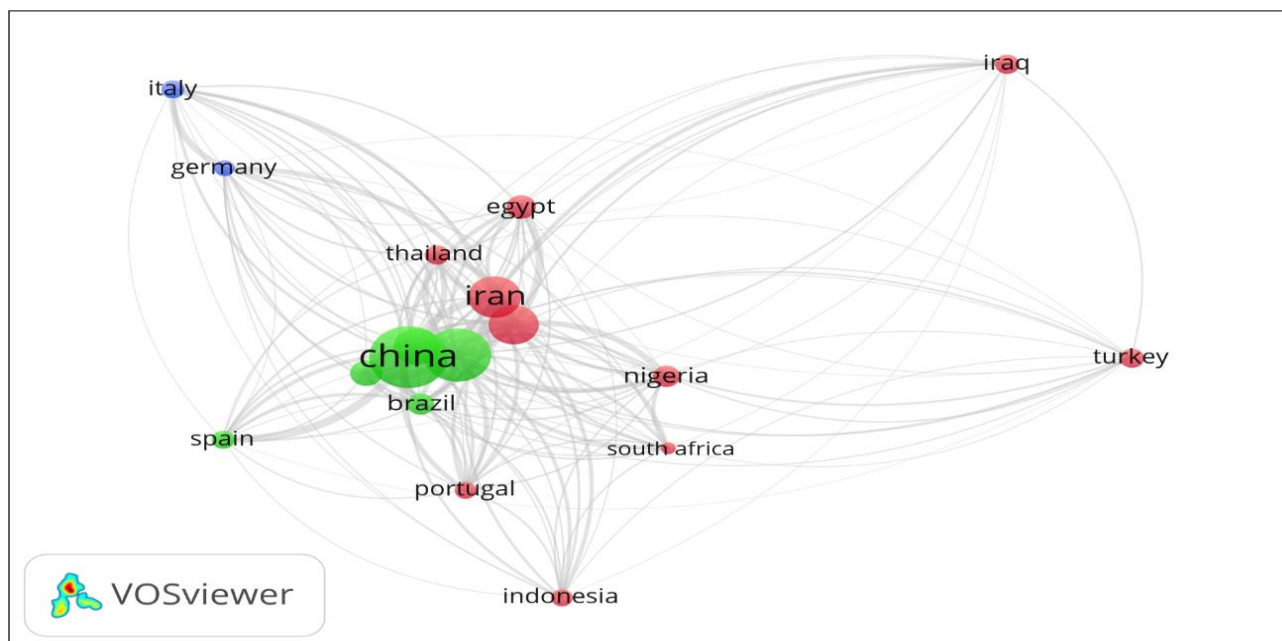
Cluster 1 (vermelho) – 7 periódicos sobre inovações tecnológicas voltadas ao meio ambiente;

Cluster 2 (Verde) – 5 periódicos relacionados ao uso sustentável dos recursos ambientais;
 Cluster 3 (Azul) – 2 periódicos sobre aplicações na saúde humana e animal;
 Cluster 4 (Amarelo) - 2 periódicos alternativas produtivas mais sustentáveis

O *Journal Desalination Water Treatment* publicou o maior número de artigos sobre a temática estudada, o *Journal of Environmental Management* teve o maior número de citações e o *Journal of Environmental Chemical Engineering* mostrou maior índice na força de *link* o que, de acordo com o manual do VOSviewer, expressa a intensidade das ligações e é indicada pelo número de publicações em que duas palavras-chave ocorrem juntas. Sendo que os três periódicos referidos estão contidos no *Cluster 1* (vermelho).

Outro aspecto avaliado foram os países que mais pesquisam sobre o tema objeto deste estudo. Neste sentido, foi delimitado o número mínimo de 10 publicações por país, resultando na seleção de 18 países, distribuídos em 3 *clusters*, segundo seu acoplamento bibliográfico, sendo este um parâmetro que mede a relação entre dois artigos com base no número de referências citadas em comum. Assim sendo, os três países com maior representatividade quanto ao número de publicações são: China (105 documentos e 1425 citações), Índia (101 documentos e 1140 citações) e Malásia (59 documentos e 733 citações). O mapa desta avaliação (figura 7) demonstra que, quanto maior o tamanho dos círculos que representam os países e sua proximidade, maior é número de publicações e a força das interações entre os referidos países.

Figura 7. Países que mais pesquisam, frequência de citações e a intensidade das interações entre pesquisadores



Legenda:

Cluster 1 (vermelho) – 10 países: Egito, Indonésia, Iran, Iraque, Malásia, Nigéria, Portugal, África do Sul, Tailândia e Turquia

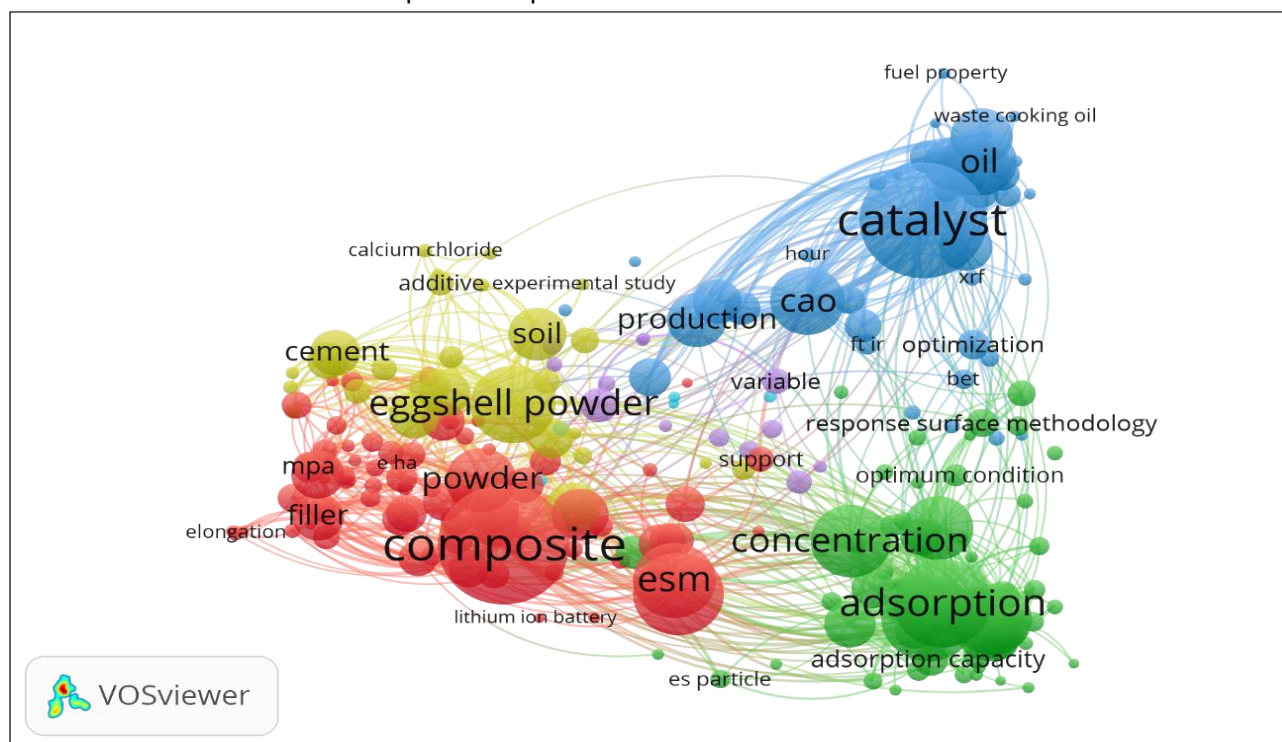
Cluster 2 (Verde) – 6 países: Brasil, China, Índia, Coreia do Sul, Espanha e Estados Unidos.

Cluster 3 (Azul) – 2 países: Alemanha e Itália.

Para finalizar, foram avaliadas as palavras-chave que indexam os estudos selecionados. Considerando todas as palavras-chave foram detectados 12.471 termos e, destes, foram filtradas as palavras com no

mínimo 10 ocorrências, resultando 396 termos. Destes, foram selecionados 238 termos com relevância de 60% no conjunto de termos selecionados (figura 8).

Figura 8. Palavras-chave com maior relevância para indexação de estudos relativos à reutilização de cascas de ovos como insumo em outros processos produtivos.



Legenda:

- Cluster 1 (vermelho) – 79 termos relacionados a saúde e medicina humana e veterinária.
- Cluster 2 (verde) – 68 termos voltados a soluções para problemas ambientais.
- Cluster 3 (azul) – 43 termos referentes a energia, com ênfase na produção de biocombustíveis
- Cluster 4 (amarelo) – 30 termos ligados à área de engenharia e materiais
- Cluster 5 (lilás) – 13 termos relacionados a produção vegetal
- Cluster 6 (azul claro) – 05 outros

As palavras-chave selecionadas foram organizadas em 6 clusters, gerados segundo sua identificação com as aplicações usualmente por eles designadas. O resultado desta avaliação é coerente com os anteriores, ratificando as áreas do conhecimento para as quais os estudos sobre o tema estão voltados, seja como alternativas de soluções para problemas ambientais, como geração de energia e economia de jazidas naturais, através da utilização do bio-resíduos casca de ovos como fonte principalmente de carbonato de cálcio, além de promover a circularidade de materiais, nutrientes e energia.

CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia a importância de utilizar as cascas de ovos como fonte de cálcio, configurando este resíduo como um importante insumo para diversas aplicações em diferentes produtos, desde as mais conhecidas (inclusive pela cultura popular) como o seu uso na fertilização de solos, mas especialmente em aplicações sofisticadas como na confecção de enxertos ósseos, nutrição humana e animal, como componente de substâncias catalizadoras para diversas aplicações como descontaminante, produção de biocombustíveis, como componente de baterias para uso em equipamentos eletroeletrônicos ou ainda

em diversas áreas das engenharia, seja como material de construção, equipamentos elétricos/eletrônicos entre outros.

Os estudos avaliados, de modo geral, encontram-se em fase inicial de sondagem quanto a adequação e confirmação das possibilidades de uso das cascas de ovos como insumo em diversos processos produtivos, sendo está uma etapa fundamental para avaliar posteriormente a viabilidade de produção industrial e o reuso efetivo das cascas de ovos. Também é oportuno salientar que a China, além de maior produtora mundial de ovos, é o país com maior destaque em pesquisas sobre reutilização de cascas de ovos.

Embora atualmente este resíduo não caracterize exatamente um problema ambiental, com base no conceito de economia circular, reutilizá-lo pode significar economizar reservas naturais (finitas) através do seu uso eficiente, retendo o valor de seus nutrientes a longo prazo dentro de ciclos fechados de produtos e serviços, respeitando os limites de proteção ambiental e os benefícios socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

- ABÍN, Rocío *et al.* Environmental assesment of intensive egg production: A Spanish case study. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 179, p. 160–168, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618300751>.
- ABPA. **Annual Report of the Brazilian Association of Animal ProteinRelatório anual 2018**. São Paulo: [s. n.], 2018. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- ABPA. **Relatório Anual ABPA**. São Paulo: [s. n.], 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. 2022 Relatório Anual. [s. l.], p. 44–49, 2022. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.
- BALLARDO, Cindy *et al.* A novel strategy for producing compost with enhanced biopesticide properties through solid-state fermentation of biowaste and inoculation with *Bacillus thuringiensis*. **Waste Management**, Composting Research Group, Department of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Escola d'Enginyeria, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, 08193, Spain, v. 70, p. 53–58, 2017a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85030570235&doi=10.1016%2Fj.wasman.2017.09.041&partnerID=40&md5=49e47f7fba7371ca589edbc62c0cf1a7>.
- BALLARDO, Cindy *et al.* A novel strategy for producing compost with enhanced biopesticide properties through solid-state fermentation of biowaste and inoculation with *Bacillus thuringiensis*. **Waste Management**, Composting Research Group, Department of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Escola d'Enginyeria, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, 08193, Spain, v. 70, p. 53–58, 2017b.
- BORGES, Roger *et al.* Mechanochemical synthesis of eco-friendly fertilizer from eggshell (calcite) and KH_2PO_4 . **Advanced Powder Technology**, [s. l.], v. 32, n. 11, p. 4070–4077, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921883121004283>. Acesso em: 13 mar. 2022.
- BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de validação e controle de qualidade analítica: fármacos em produtos para alimentação e medicamentos veterinários**, [s. l.], p. 72,

2011. Disponível em:

<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=abrirArvoreTematicaNew>. Acesso em: 18 jul. 2022.

CHI, Yujie Yuan *et al.* Cyclone Device Collecting Eggshell Membranes and Eggshells Separately from Eggshells Mixture. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 50, n. 8, p. 339–350, 2019.

CHI, Y. *et al.* Cyclone Device Collecting Eggshell Membranes and Eggshells Separately from Eggshells Mixture | 禽蛋壳膜旋风式气流清选装置研究. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, [s. l.], v. 50, n. 8, p. 339–350, 2019.

CIRCULAR ECONOMY - BUTTERFLY DIAGRAM - PNG | SHARED BY DIGITAL. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://emf.thirdlight.com/link/bxqwo5kx53lq-2syjxg/@/preview/1?o>. Acesso em: 14 mar. 2022.

COSTA, Mariana Pinto e. **Diagrama de Borboleta: No Caminho da Circularidade**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/diagrama-de-borboleta>. Acesso em: 24 abr. 2022.

COSTA, Daniel Fonseca; CARVALHO, Francisval de Melo. Relação entre gerenciamento de resultado e governança corporativa: construindo um referencial teórico a partir de uma revisão sistemática da literatura. **ForScience**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 20–41, 2016. Disponível em: <http://www.forscience.ifmg.edu.br/forscience/index.php/forscience/article/view/182>.

DALLACORTE, Caroline; BEHLING, Samara Moro; QUADROS, Camila Scheffer de. Implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo: um estudo da viabilidade econômica. **Revista Tecnológica**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 83–103, 2017. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/236>. Acesso em: 1 mar. 2020.

DE KOEIJER, Bjorn; WEVER, Renee; HENSELER, Jörg. Realizing Product-Packaging Combinations in Circular Systems: Shaping the Research Agenda. **Packaging Technology and Science**, [s. l.], v. 30, n. 8, p. 443–460, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez45.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/pts.2219>. Acesso em: 20 set. 2022.

DEL PRADO, A. *et al.* Whole-farm models to quantify greenhouse gas emissions and their potential use for linking climate change mitigation and adaptation in temperate grassland ruminant-based farming systems. **Animal**, [s. l.], v. 7, p. 373–385, 2013. Disponível em: Acesso em: 20 out. 2022.

ECONOMIA CIRCULAR. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acesso em: 31 maio 2022.

ELKINGTON, De John. Há 25 anos , cunhei a frase " Triple Bottom Line ". Eis por que é hora de. **2018**, [s. l.], 2018. Disponível em: <https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>. Acesso em: 25 ago. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Founding Partners of the Ellen MacArthur Foundation 2013 CIRCULAR ECONOMY TOWARDS THE Economic and business rationale for an accelerated transition** *Journal of Industrial Ecology*. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ESPOSITO, Benedetta *et al.* Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector. A Systematic Literature Review. **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 18, p. 7401, 2020. Disponível em: Acesso em: 4 out. 2020.

FAO. **Africa Sustainable Livestock 2050-Technical Meeting and Regional Launch**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.fao.org>.

FAO. El Huevo En Cifras. **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura**, [s. l.], p. 1, 2015.

FAUSTINO, M. *et al.* Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. **Molecules**, CBQF– Centro de Biotecnologia e Química Fina, Laboratório Associado, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa, Rua Arquitecto Lobão Vital 172, Porto, 4200-374, Portugal, v. 24, n. 6, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063123086&doi=10.3390%2Fmolecules24061056&partnerID=40&md5=55974776bef0e464b2fbf9092737e928>.

FOLEY, Jonathan A *et al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, [s. l.], v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/nature10452>.

GHASEMPOUR, A.; AHMADI, E. Assessment of environment impacts of egg production chain using life cycle assessment. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 183, p. 980–987, 2016.

GUIMARÃES, Diego *et al.* Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **Agroindústria**, [s. l.], v. 43, p. 167–207, 2016. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11794/1/BS_45_Suinocultura_-_estrutura_da_cadeia_produtiva%2C_panorama_do_setor_no_Brasil%5B...%5D_P.pdf. Acesso em: 14 set. 2021.

KOVANDA, Jan; HAK, Tomas. What are the possibilities for graphical presentation of decoupling? An example of economy-wide material flow indicators in the Czech Republic. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 123–132, 2007. Disponível em: Acesso em: 5 out. 2020.

LADU, Luana; MORONE, Prof Piegiuseppe. Holistic approach in the evaluation of the sustainability of bio-based products: An Integrated Assessment Tool. **Sustainable Production and Consumption**, [s. l.], v. 28, p. 911–924, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352550921002050>. Acesso em: 25 ago. 2021.

LEE, D.-H. Building evaluation model of biohydrogen industry with circular economy in Asian countries. **International Journal of Hydrogen Energy**, Institute of Applied Economics, National Taiwan Ocean University, No.2, Beining Rd., Zhongjheng District, Keelung City, 202, Taiwan, p. 3278–3289, 2019.

LEINONEN, Ilkka; KYRIAZAKIS, Ilias. How can we improve the environmental sustainability of poultry production?. **Proceedings of the Nutrition Society**, [s. l.], v. 75, n. 3, p. 265–273, 2016.

LOKESH, Kadambari; LADU, Luana; SUMMERTON, Louise. Bridging the gaps for a “circular” bioeconomy: Selection criteria, bio-based value chain and stakeholder mapping. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 1695, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1695/htm>. Acesso em: 24 abr. 2022.

MALTHUS, Thomas Robert. **Population: The First Essay**. [S. l.]: University of Michigan Press, 1959. *E-book*. Disponível em: <http://books.google.com/books?id=zUXuJTJ5sKcC&pgis=1>.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/pgs_sigsif/pages/view/sigsif/relatoriocomercializacao/index.xhtml. Acesso em: 12 jul. 2022.

VIZZOTO, M.; KROLOW, A.C.; TEIXEIRA, F.C. Alimentos Funcionais : conceitos básicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 20 p.

MATEO-MÁRQUEZ, Antonio J.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, José M.; ZAMORA-RAMÍREZ, Constancio. An international empirical study of greenwashing and voluntary carbon disclosure. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 363, p. 132567, 2022. Disponível em: Acesso em: 11 set. 2022.

- MCNAMARA, Donald J. The Fifty Year Rehabilitation of the Egg. **Nutrients**, [s. l.], v. 7, n. 10, p. 8716–8722, 2015. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2072-6643/7/10/5429>.
- MORRIS, J.P. P; BACKELJAU, T.; CHAPELLE, G. Shells from aquaculture: a valuable biomaterial, not a nuisance waste product. **Reviews in Aquaculture**, OD Taxonomy and Phylogeny, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium, v. 11, n. 1, p. 42–57, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85040733903&doi=10.1111%2Fraq.12225&partnerID=40&md5=95ae918db24cfb898c90e41ba2b21a5a>.
- MORSELETTO, Piero. Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 763–773, 2020a. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12987>. Acesso em: 15 set. 2020.
- MORSELETTO, Piero. Targets for a circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 153, p. 104553, 2020b. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344919304598>. Acesso em: 9 set. 2020.
- NG, Hui Suan *et al.* Recent advances on the sustainable approaches for conversion and reutilization of food wastes to valuable bioproducts. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 302, p. 122889, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852420301589>.
- NIJDAM, Durk; ROOD, Trudy; WESTHOEK, Henk. The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. **Food Policy**, [s. l.], v. 37, n. 6, p. 760–770, 2012. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306919212000942>.
- O QUE É CRADLE TO CRADLE? - IDEIA CIRCULAR. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://ideiacircular.com/o-que-e-cradle-to-cradle/>. Acesso em: 2 fev. 2023.
- ODUM, Eugene P. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edsmib&AN=edsmib.000012661&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>.
- OLIVEIRA, B L de; OLIVEIRA, D D de. **Qualidade e Tecnologia de Ovos**. Lavras: Editora UFLA, 2013.
- OVO LÍQUIDO: LEVE PRATICIDADE E SEGURANÇA PARA SUA VIDA | NATUROVOS. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.naturovos.com.br/ovos-liquidos-naturovos>. Acesso em: 26 jul. 2022.
- PELLETIER, Nathan. Changes in the life cycle environmental footprint of egg production in Canada from 1962 to 2012. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 176, p. 1144–1153, 2018.
- PELLETIER, Nathan. Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation by hen housing system type. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 152, p. 167–180, 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652617304857>.
- PELLETIER, Nathan *et al.* Sustainability in the Canadian Egg Industry—Learning from the Past, Navigating the Present, Planning for the Future. **Sustainability**, [s. l.], v. 10, n. 10, p. 3524, 2018a.
- PELLETIER, Nathan *et al.* Sustainability in the Canadian Egg Industry—Learning from the Past, Navigating the Present, Planning for the Future. **Sustainability**, [s. l.], v. 10, n. 10, p. 3524, 2018b. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/10/3524>. Acesso em: 9 fev. 2019.
- PELLETIER, N.; IBARBURU, M.; XIN, H. A carbon footprint analysis of egg production and processing supply chains in the Midwestern United States. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 54, p. 108–114, 2013.

PINHEIRO, Eliane. **Implementação Dos Princípios Da Economia Circular Em Clusters De Vestuário: Uma Proposta De Modelo Tese Pont.** 2020. 156 f. - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, [s. l.], 2020.

PIRES, Maria Antônia D R. **ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL DA AVICULTURA DE POSTURA EM SISTEMA INTENSIVO E AUTOMATIZADO NO SUL DO BRASIL.** 2019. 72 f. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2019.

PIRES, Maria Antônia Domingues Ramos; PINTO, Andrea Troller. Indústria do Ovo: qual é o significado e uso dessa expressão?. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 23, p. 539–547, 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232020000100305&tIng=pt. Acesso em: 8 set. 2021.

POTTING, José *et al.* Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report. **PBL Netherlands Environmental Assessment Agency**, [s. l.], n. 2544, p. 42, 2017. Disponível em: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:2sa34ZH0gBwJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em: 7 out. 2020.

PRUDÊNCIO DA SILVA, Vamilson *et al.* Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 133, p. 222–231, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.011>.

PUBLICATIONS | ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: 15 set. 2021.

QUINA, M.J.; SOARES, M.A.R.; QUINTA-FERREIRA, R. Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 123, p. 176–186, 2017.

QUINA, Margarida J; SOARES, Micaela A.R.; QUINTA-FERREIRA, Rosa. Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. **Resources, Conservation and Recycling**, CIEQPF- Research Centre on Chemical Processes Engineering and Forest Products, Chemical Engineering Department, University of Coimbra, Pólo II – Rua Sílvio Lima, Coimbra, 3030-790, Portugal, v. 123, p. 176–186, 2017.

QUINA, Margarida J. M.J.; SOARES, M.A.R. Micaela A.R.; QUINTA-FERREIRA, Rosa. Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. **Resources, Conservation and Recycling**, CIEQPF- Research Centre on Chemical Processes Engineering and Forest Products, Chemical Engineering Department, University of Coimbra, Pólo II – Rua Sílvio Lima, Coimbra, 3030-790, Portugal, v. 123, p. 176–186, 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344916302750>. Acesso em: 28 set. 2020.

REIKE, Denise; VERMEULEN, Walter J.V.; WITJES, Sjors. The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 135, p. 246–264, 2018. Disponível em: Acesso em: 6 out. 2020.

RODRIGUES, Andreia Micaela Falcão. **Estudos de utilização, tratamento e valorização de resíduos sólidos: casca de ovo.** 2015. 136 f. [s. l.], 2015. Disponível em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/14886>. Acesso em: 9 jun. 2020.

SALVADOR, Rodrigo *et al.* **How to advance regional circular bioeconomy systems? Identifying barriers, challenges, drivers, and opportunities.** [S. l.]: Elsevier B.V., 2022.

SMITH, L.G. Laurence G.; WILLIAMS, A.G. Adrian G.; PEARCE, B.D. Bruce D. B.D. The energy efficiency of organic agriculture: A review. **Renewable Agriculture and Food Systems**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 280–301, 2015.

SMOL, M. The importance of sustainable phosphorus management in the circular economy (CE) model: the Polish case study. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, Mineral and Energy Economy Research Institute, Polish Academy of Sciences, Wybickiego 7A str., Cracow, 31-261, Poland, v. 21, n. 2, p. 227–238, 2019.

TATE, Wendy L. *et al.* Seeing the forest and not the trees: Learning from nature's circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 149, p. 115–129, 2019. Disponível em: Acesso em: 21 ago. 2022.

TIWARI, Ruchi *et al.* Egg Shell: An Essential Waste Product to Improve Dietary Calcium Uptake. **Pharmacophore**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 32–40, 2022. Disponível em: <https://pharmacophorejournal.com/article/egg-shell-an-essential-waste-product-to-improve-dietary-calcium-uptake-wflzhpyc7kvhmzf>. Acesso em: 20 out. 2022.

VANHAMÄKI, S. *et al.* Transition towards a circular economy at a regional level: A case study on closing biological loops. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 156, 2020.

VELENTURF, Anne P.M. *et al.* **Circular economy and the matter of integrated resources**. [S. l.]: Elsevier B.V., 2019. Disponível em: Acesso em: 13 set. 2020.

WEETMANN, C. **Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**No Title. Autênticaed. São Paulo: [s. n.], 2019.

ZHAO, Yu Hong; CHI, Yu Jie. Characterization of collagen from eggshell membrane. **Biotechnology**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 254–258, 2009.

ZHAO, Yu-Hong; CHI, Yu-Jie. Characterization of Collagen from Eggshell Membrane. **Biotechnology(Faisalabad)**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 254–258, 2009. Disponível em: <https://scialert.net/fulltext/?doi=biotech.2009.254.258>. Acesso em: 16 jun. 2020.

CAPÍTULO 6

CASCA DE OVO E SUA RELAÇÃO COM A ECONOMIA CIRCULAR

Maria Antônia Domingues Ramos Pires ^a, Thiago José Florindo ^b, Verônica Schmidt ^a

^a *PPG Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil;* ^b
Campus de Nova Andradina, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Nova Andradina,
Brasil

Artigo a ser submetido

CASCA DE OVO E SUA RELAÇÃO COM A ECONOMIA CIRCULAR

Resumo

A população mundial crescente é um assunto que acompanha o desenvolvimento civilizatório e alternativas vem sendo criadas para viabilizar sua subsistência. O desafio atual é produzir essa subsistência (alimentos, fibras têxteis, energia e outros) de maneira sustentável para esta população. A economia circular (EC) surgiu como uma alternativa ao modelo Linear. Na EC, a reutilização de resíduos é muito valiosa, tanto pelo aspecto de impacto ambiental - pelo descarte propriamente dito, quanto pelo desperdício de nutrientes – contidos nos resíduos. Neste sentido, a reutilização de um bio-resíduo rico em carbonato de cálcio e com diversas possibilidades de reuso em diversos processos produtivos - a casca de ovo - é o tema tratado neste artigo. Os resultados de uma pesquisa de campo, utilizando questionário semiestruturado, com especialistas de indústrias de ovoprodutos no Brasil são discutidos. Esta é uma indústria em expansão e que precisa buscar alternativas futuras para destinação da casca do ovo, uma vez que esta configura seu principal resíduo. Percebe-se que as indústrias participantes do estudo valorizam a economia circular como uma ferramenta adequada para operacionalizar a produção sustentável, apesar de demonstrarem alguns conflitos quanto sua implantação. Percebe-se, ainda, um hiato ou descompasso entre as possibilidades de reuso adotadas pelas empresas e as soluções científicas pesquisadas. Esta discrepância entre o que é pesquisado e o que é realizado sinaliza a necessidade de organização entre os possíveis fornecedores do insumo casca de ovos e os diferentes consumidores deste coproduto possibilitando, assim, a real circularidade de nutrientes e energia.

Palavras-chave: postura comercial, indústria do ovo, casca de ovo, bio-resíduo, Brasil

Abstract

The growing world population is a subject that accompanies the development of civilization and alternatives have been created to make its subsistence viable. The current challenge is to produce this subsistence (food, textile fibers, energy and others) in a sustainable way for this population. The Circular Economy (CE) emerged as an alternative to the Linear model. In EC, the reuse of waste is unbelievably valuable, both in terms of the environmental impact - the disposal itself, and the waste of nutrients - contained in the waste. In this sense, the reuse of a bio-waste rich in calcium carbonate and with several possibilities of reuse in different

production processes - eggshell - is the subject addressed in this article. The results of a field survey, using a semi-structured questionnaire, with specialists from the egg product industries in Brazil are discussed. This is an expanding industry that needs to seek future alternatives for the disposal of eggshells, since this constitutes its main residue. It is noticed that the industries participating in the study value the circular economy as an adequate tool to operationalize sustainable production, despite demonstrating some conflicts regarding its implementation. There is also a gap or mismatch between the reuse possibilities adopted by companies and the researched scientific solutions. This discrepancy between what is researched and what is carried out indicates the need for organization between the possible suppliers of the eggshell input and the different consumers of this co-product, thus enabling the real circulation of nutrients and energy.

keyword: commercial laying, egg industry, eggshell, bio-waste, Brazil

Introdução

A população mundial vive o grande dilema de como manter a vida humana, de uma população que cresce constantemente, em descompasso com a disponibilidade dos meios para sua manutenção. De certa forma o paradigma de Malthus, formulado em 1798, se reapresenta com novos desafios pertinentes ao nosso tempo (MALTHUS, 1959). Atualmente, o desafio é produzir de maneira sustentável os meios para suprir as necessidades de alimentos, fibras têxteis, energia e outros itens para a manutenção do atual modo de vida e consumo (FOLEY *et al.*, 2011). Especialmente após séculos de uso intenso das reservas naturais e o desprezo à gestão de resíduos. Em certa medida, uma consequência do modelo de economia linear adotado, onde os recursos naturais são extraídos, manufaturados, utilizados e descartados (ODUM, 2018).

Um contraponto a este modelo linear é a economia circular (EC) através da preocupação com o desperdício de resíduos valiosos e sua reutilização. Os resíduos agrícolas e de indústrias processadoras de alimentos compõem o escopo de muitos estudos sobre produção sustentável, circularidade de nutrientes, bioeconomia circular, coprodutos valiosos, gestão eficaz de resíduos, entre outros. Talvez o principal desafio seja a utilização destes bio-resíduos em escala industrial modificando, inclusive, seu *status* de resíduo à coproduto ou bioproduto com valor agregado e, conseqüentemente, comercializáveis como insumo em diferentes processos produtivos (NG *et al.*, 2020).

Neste contexto de evitar desperdícios, surgiu a industrialização de ovos, que começou a ser desenvolvida no século XX na China, tendo sido especialmente impulsionada após a segunda guerra mundial (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013). Os ovos processados, ou ovoprodutos, inicialmente constituíram um recurso para diminuir as perdas de produção através do aproveitamento de ovos com problemas de qualidade da casca ou com tamanho inferior ao padrão desejado pelo mercado, mostrando-se uma alternativa vantajosa, especialmente, para os consumidores industriais (GUIMARÃES *et al.*, 2016)

A indústria de ovoprodutos, segundo o conceito de cadeias produtivas, constitui um dos elos da cadeia produtiva da avicultura, utilizando ovos oriundos de granjas de postura comercial e de granjas produtoras de ovos para incubatórios. Tais produtos reúnem vantagens para grandes consumidores de ovos, tais como a redução de resíduos (casca de ovos, bandejas, papelão), facilidade de dosagem e eliminação de etapas do processo produtivo (quebra de ovos) além de reduzir o risco de contaminação de seus produtos utilizando como insumo um produto pasteurizado e conservado sob baixas temperaturas ou desidratado (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013).

No Brasil, cerca de 7% do consumo nacional de ovos é na forma de ovoprodutos, um valor bastante tímido se comparado à realidade do Japão, onde este percentual é de 52% (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013). Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), na Plataforma de Gestão Agrícola (PGA)/ Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal (SIF) apontam que no Brasil, em 2021, foram comercializadas mais de 9 mil toneladas de ovoprodutos em suas diversas apresentações, submetidos ou não a tratamento térmico, na forma líquida, congelada ou desidratada, entre outras (MAPA, 2022).

A industrialização de ovos traz consigo uma oportunidade de mitigar parte dos impactos ao meio ambiente da cadeia produtiva, através da reutilização das cascas geradas de maneira concentrada nesse processo, possibilitando o aproveitamento racional do bio-resíduo (LADU; MORONE, 2021; LEINONEN; KYRIAZAKIS, 2016). Tal aproveitamento configura uma promoção de sustentabilidade da produção de ovos que, por sua vez, está intimamente ligada à circularidade de nutrientes, através da transformação sistemática de seus bio-resíduos e descartes em produtos de valor agregado (LADU; MORONE, 2021).

A efetiva reutilização de cascas de ovos em escala industrial pode significar redução da retirada do elemento cálcio da natureza, que é um processo em consonância com os três princípios fundamentais da Economia Circular: 1) Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis; 2) Otimizar o

rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo tanto no ciclo técnico como no ciclo biológico e 3) Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio (WEETMANN, 2019).

A EC pode ser considerada uma forma de operacionalizar o desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a união europeia (UE) lançou, em 2015, diretrizes para impulsionar este conceito, indicando a necessidade da transição de uma economia linear (extrai, usa e descarta) para uma circular, com o fechamento do ciclo através da reciclagem, reuso e redução do consumo (3 R). Os resultados dependem diretamente da eficiência de reciclagem de resíduos e subprodutos de forma a gerar benefícios econômicos e ambientais (QUINA, M. J. M. J.; SOARES; QUINTA-FERREIRA, 2017).

A EC se inspira na natureza, onde o resíduo de uma espécie é o alimento de outra e a soma fornece energia e movimenta, em ciclos, materiais e produtos valiosos produzindo-os e transportando-os usando energia renovável (WEETMANN, 2019). Nela, os resíduos são tratados com visão holística de forma a unificar o seu aproveitamento, sejam eles resíduos de cultivos agrícolas, estercos, resíduos da indústria alimentar, de lamas, de águas residuais, entre outros. O objetivo é o fechamento do ciclo de utilização, mantendo o máximo de tempo os bens em circulação e, por consequência, retardando seu descarte (BALLARDO *et al.*, 2017b).

Ainda no contexto de EC e sobre a necessidade de redução da geração de resíduos nos sistemas agroalimentares, a utilização de ovos férteis (produzidos para incubação e consequente renovação de plantéis) na produção de ovoprodutos é uma forma adequada de reduzir desperdícios. Essa utilização é regulamentada por normas do MAPA, garantindo a segurança alimentar dos produtos resultantes de seu processamento, onde os ovos provenientes de estabelecimento avícola de reprodução e incubatório são adequados ao processamento desde que não tenham sido submetidos ao processo de incubação, salientando seu uso exclusivo para processamento industrial (BRASIL 2022).

Assim sendo, este estudo teve por objetivo inferir se ou como as indústrias de ovoprodutos do Brasil percebem a reutilização de cascas de ovos, sob a perspectiva da economia circular e sua capacidade de operacionalizar a produção sustentável. Para tanto, buscou-se caracterizar o quantitativo e o destino usual das cascas residuais, identificando como as empresas pesquisadas compreendem as cascas de ovos em seu processo produtivo, se resíduo ou coproduto.

Metodologia

Estabelecidos os objetivos do estudo, para atingi-los foi, inicialmente, realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema proposto, a qual subvencionou a elaboração de um formulário posteriormente utilizado na pesquisa de campo.

A pesquisa de campo foi preponderantemente do tipo qualitativa e conduzida a partir de entrevistas estruturadas, através de formulário eletrônico, tendo sido realizada pela mediação de tecnologias de modo remoto (google docs.). O instrumento de pesquisa (Apêndice 1) foi elaborado e direcionado a especialistas de indústrias de ovoprodutos (formadores de opinião), envolvidos diretamente com o processo produtivo, suas peculiaridades e desafios.

As questões que compõem o instrumento de pesquisa são acompanhadas de textos breves sobre a temática abordada, com o propósito de garantir simetria mínima de informação aos respondentes. O formulário elaborado para coleta de dados utilizou 4 critérios de avaliação das respostas, de maneira a torná-lo objetivo abreviando o tempo para seu preenchimento: múltipla escolha, descritiva com texto curto, descritiva com texto longo e escala likert (1 para pouco relevante e 5 para muito relevante).

As empresas colaboradoras da pesquisa foram escolhidas de forma intencional, a partir de uma amostra não probabilística por acessibilidade. Os respondentes do instrumento de coleta de dados foram indicados pela direção de cada empresa, considerando a capacitação do respondente para fornecer o ponto de vista da empresa, em função de seu conhecimento técnico e posição de influência nas decisões corporativas. As empresas foram selecionadas entre as indústrias de ovoprodutos do Brasil, segundo a relevância no setor e sua visibilidade na rede virtual através dos profissionais na rede LinkedIn®, forma preferencial de contato utilizada.

A coleta de dados ocorreu no período de março a junho de 2022; período em que foram realizados os contatos iniciais para participação da pesquisa, compartilhamento dos formulários e aguardo de retorno das respostas que, posteriormente, foram compiladas e subsidiaram a seção subsequente deste artigo onde são apresentados os resultados e feitas as discussões concernentes para atingir os objetivos propostos.

A amostra foi composta de seis entrevistados, representando seis empresas produtoras de ovoprodutos no Brasil, localizadas nos estados de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Essas empresas são relevantes no cenário da avicultura nacional e na produção de ovoprodutos do País, sendo empresas estruturadas e em consonância com a legislação sanitária vigente, que comercializam seus produtos no Brasil e no exterior.

As empresas possuem visibilidade em mídias digitais, são detentoras de marcas conceituadas no mercado consumidor e estão localizadas em 3 estados do Brasil, 2 em São Paulo (região Sudeste), 1 em Santa Catarina e 2 no Rio Grande do Sul (região Sul). Segundo dados disponíveis no MAPA no Sistema de Informações Gerenciais do SIF/PGA-SIGSIF, os estados representados no estudo correspondem a mais de 13% dos ovoprodutos produzidos no Brasil (Quadro 1).

Quadro 1: Comercialização brasileira de ovoprodutos, operadas por estabelecimentos (POA), nos estados da federação, no ano de 2021.

Rótulos de Linha	PRODUTOS NÃO SUBMETIDOS A TRATAMENTO TÉRMICO (kg)	PRODUTOS SUBMETIDOS AO TRATAMENTO TÉRMICO - PASTEURIZAÇÃO (kg)	PRODUTOS SUBMETIDOS AO TRATAMENTO TÉRMICO - DESIDRATAÇÃO (kg)	Total Geral(kg)
CE	142648,00	3200,00		145848,00
ES	1232231,86	915700,00		2147931,86
GO	1317344,41		11520,00	1328864,41
MG	27256,50	1904801,89	31671,00	1963729,39
MS	66186,00			66186,00
MT	154666,00	52908285,00		53062951,00
PR	594,00		91300,00	91894,00
RS		10920,00	360,00	11280,00
SC		12408,00	1660,00	14068,00
SP	2126053,82	6787008,00	98986,00	9012047,82
TO		560000,00		560000,00
Total Geral(kg)	5066980,59	63102322,89	235497,00	68404800,48
Total Geral(t)	5066,98	63102,32	235,50	68404,80

Fonte: MAPA (2022).

Os estados que compõem a amostra deste trabalho, respondem pelo alojamento de cerca de 40% das pintaínhas de postura e abatem mais de 37% dos frangos produzidos no Brasil, sendo que parte dos ovos produzidos para incubatórios são destinados à industrialização por motivos de inviabilidade de incubação ou de regulação mercadológica da oferta de carne de frango, em conformidade com as normas vigentes no Brasil (ABPA, 2021; MAPA, 2022).

Os especialistas responsáveis por responder o instrumento de coleta de dados, necessariamente ocupam posição de gestão na empresa e influenciam nas decisões de planejamento empresarial. Os respondentes possuem idade entre 26 e 65 anos e atuam, em sua maioria (83,4% dos respondentes), a mais de 5 anos na atividade; dos seis respondentes todos são graduados e quatro possuem pós-graduação. Assim, os respondentes concordaram com os termos da pesquisa e declararam ter conhecimento sobre a temática nela abordada.

Os resultados do estudo e as discussões pertinentes, serão apresentados na próxima seção deste artigo, seguindo o roteiro adotado no instrumento de pesquisa de campo, ou seja, a relação da empresa com a economia circular, características produtivas e destino atual dado às cascas de ovos oriundas das indústrias de ovoprodutos, finalizando com o posicionamento das

empresas, através de seus representantes, sobre as possibilidades de aproveitamento do resíduo “casca de ovos” tornando-o um coproduto de valor agregado.

Resultados e discussão

A apresentação dos resultados da pesquisa e as discussões pertinentes serão abordados em 3 subitens nesta seção: a relação das empresas com a economia circular e seus perfis produtivos; a destinação do atual do bio-resíduo casca de ovo e, para finalizar, a realidade e perspectivas da gestão do bio-resíduo antropogênico, casca de ovo.

Relação da empresa com a Economia Circular

A relação das empresas com a economia circular foi avaliada a partir de 5 perguntas e o tema foi introduzido com base num breve texto, como forma de promover simetria de informação. As respostas obtidas indicam que as empresas conhecem e percebem a economia circular como um instrumento relevante na operacionalização da produção sustentável. Entre as seis empresas participantes, duas se consideram como sendo de economia linear e quatro, como um modelo de economia circular.

Quando questionados sobre a existência de planejamento corporativo para transição da Economia linear para circular, uma das respondentes pontuou não existir tal planejamento. Levando em conta que a economia circular baseia-se no funcionamento da natureza, onde o resíduo de um processo é alimento de outro, todos os entrevistados identificam esta relação em, pelo menos, um setor de sua empresa. Este cenário aponta, talvez, para uma confusão sobre o conceito de economia circular e como acontece a transição de um modelo para o outro, levando à falsa impressão de circularidade a partir de iniciativas isoladas para promovê-la. Especificamente observando o resíduo casca de ovo, observam-se 2 casos em que a empresa se entende como de economia circular e não comercializa o resíduo, uma condição importante para diferenciar destinação ambientalmente correta de resíduo da promoção de economia circular, ou seja, integrar o resíduo ao resultado financeiro da empresa através de sua comercialização (TATE *et al.*, 2019).

De forma genérica, os entrevistados demonstraram identificar em suas empresas ações de promoção da economia circular, baseados em informações constantes no formulário de pesquisa, onde foi explicitada a ideia de que a Economia Circular é inspirada na natureza onde o resíduo de um processo é o alimento de outro. Contudo, esta ideia ainda se mostra carente de

ações concretas para, efetivamente, tornar as empresas um modelo de negócio circular, quando se refere ao reuso do resíduo casca de ovo. No entanto, é importante apontar que este processo não é isolado dependendo, muitas vezes, de coordenação setorial para conectar os possíveis clientes com os fornecedores, transformando o resíduo em coproduto e, portanto, insumo de outros processos produtivos seja no ciclo técnico ou biológico, idealizado no diagrama de borboleta (COSTA, 2020).

Neste tópico avaliou-se que, quando é tratada a possibilidade de comercializar o resíduo casca de ovo e torná-lo coproduto ou bioproduto com valor comercial - o que configura uma estratégia importante implementação da EC, identificou-se um fator de gargalo a ser superado (SALVADOR *et al.*, 2022). Neste sentido, das empresas participantes, duas comercializam as cascas de ovos, seja como casca propriamente dita ou como insumo em fabricação própria de composto orgânico. Tal fato pode ser indicativo de uma falta de demanda pelo bioproduto e sua utilização em escala industrial, apesar das evidências científicas quanto à viabilidade de seu uso, em diferentes aplicações, configurando um flanco estratégico a ser fomentado e ou explorado, como apresentado/discutido anteriormente (capítulo 5).

Quadro 2: Quadro resumo das empresas participantes e dos respondentes do instrumento de pesquisa.

Empresa	Unidade da Federação	Função/cargo que ocupa atualmente?	Qual modelo de economia se enquadra sua empresa, linear ou circular?	A empresa comercializa as “cascas de ovos”?	Considera a Economia circular relevante e/ou com capacidade de melhorar o desempenho de sua indústria nos âmbitos social, econômico e ambiental?	A economia circular baseia-se no funcionamento da natureza, onde o resíduo de um processo é alimento de outro, consegue identificar esta relação em algum setor de sua empresa?
1	Santa Catarina	Sócio Fundador	Economia Linear	Não	Sim	sim
2	Rio Grande do Sul	Coord. de Qualidade e P&D	Economia Circular	Não	Sim	sim
3	Rio Grande do Sul	Diretor de Operações	Economia Linear	Não	Sim	sim
4	São Paulo	Gerente	Economia Circular	Sim	Sim	sim
5	São Paulo	Engenheiro de alimentos	Em maioria Circular	Não	Sim	sim
6	São Paulo	Gerente de Qualidade	Economia Circular	Sim	Sim	sim

Fonte: Dados da pesquisa de campo

As empresas colaboradoras reconhecem a importância da Economia Circular como instrumento para operacionalizar a sustentabilidade de suas produções; assim como sua importância de viabilizar que um resíduo, que necessita destinação ambientalmente correta, torne-se um coproduto com valor comercial. Assim, conclui-se que ações para a implementação real da EC são relevantes para obtenção de tal resultado, tanto no aspecto ambiental como econômico.

Sabida a opinião genérica das empresas participantes em relação à economia circular, outra etapa importante foi contabilizar a produção de ovoprodutos e o volume de cascas resultantes desse processamento, assunto que é tratado no item subsequente.

Capacidade produtiva e geração do resíduo “cascas de ovos” e seu destino atual

A produção de ovoprodutos de cada indústria variou, em média, de 140 a 1000t/mês, originando cerca de 10% deste peso em casca de ovo, podendo ser verificada alguma variação nesta quantidade em virtude do mix de produtos de cada empresa. Pelas informações apresentadas na introdução deste artigo, identificou-se que o Brasil tem considerável capacidade de expansão no mercado de ovoprodutos, tanto para abastecer o mercado interno como ampliar sua participação no mercado internacional de ovos. Este fato se daria, especialmente, pelo aumento da vida de prateleira que estes produtos representam quando comparados aos ovos *in natura* e pela facilidade logística e praticidade de seu uso vantajoso para os grandes consumidores (indústrias) do alimento ovo (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013).

Sabe-se que a casca de um ovo equivale a 10% de seu peso, assim sendo 1 ovo de 55g tem aproximadamente 5g de casca, gema de 17g e clara com peso de 33g. Assim sendo para produzir 1kg de ovo líquido são utilizados, em média, 20 ovos e para formar 1 kg de ovo integral em pó, aproximadamente 80 ovos (NATUROVOS, 2022). Desta forma, o volume de cascas resultantes do processo produtivo pode variar entre as indústrias, dependendo do portfólio de produtos destas. Aquelas que investem na produção de ovoprodutos desidratados têm, conseqüentemente, maior volume de cascas para serem objeto de um planejamento de gestão de resíduos. Esta variabilidade pode ser observada nos dados tabulados no Quadro 3, quanto às empresas 5 e 6.

Quadro 3: Resumo das respostas obtidas na pesquisa com especialistas de indústrias de ovoprodutos do Brasil, sobre dados de produção e resíduo casca de ovo.

Empresa	1	2	3	4	5	6
Portifólio de ovoprodutos declarados na entrevista pelos respondentes	Ovo integral líquido	Ovo integral, clara, gema, nas formas líquida, resfriada, congelado e desidratada (com e sem adição de sal e açúcar)	Ovo integral, clara e gema líquidos	Ovo integral líquido e desidratado	Ovo integral líquido e desidratado	Ovo integral, clara, gema, nas formas líquida, resfriada, congelado e desidratada (com e sem adição de sal e açúcar)
Média mensal de produção de ovoprodutos (toneladas):	140	650	200	600	1000	1000
Quantidade de cascas de ovos gerados (toneladas):	14	65	20	100	100	140
Qual o destino usual das cascas de ovos?	Insumo para outros processos produtivos	Aterro ou compostagem	Aterro ou compostagem	Aterro ou compostagem	Aterro ou compostagem	Aterro ou compostagem
As cascas de ovos resultantes do processo produtivo em sua opinião são (*):	Coproducto	Resíduo	Resíduo	Coproducto	Resíduo	Resíduo
Sua empresa realiza algum tratamento as cascas de ovos resultantes do processo produtivo, assinale quantas alternativas precisar?	Moagem	Moagem	Centrífuga	Centrífuga	Centrífuga	Centrífuga
Como as cascas ficam armazenadas em sua empresa, antes de serem retiradas?	Container	Container	Container	Bags	Caçamba	Caçamba
Qual a forma de coleta das cascas em sua empresa?	Granel, em caminhão caçamba	Granel, em caminhão caçamba	Granel, em caminhão caçamba	Embaladas em bag's	Granel, em caminhão caçamba	Granel, em caminhão caçamba

* Resíduos são as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados em processos industriais ou por motores.

* Coproduto é um produto secundário, gerado durante o processo produtivo com aproveitamento econômico e relevante para o negócio da empresa.

Fonte: Dados da pesquisa de campo

Entre as empresas pesquisadas o destino dado as cascas de ovos é basicamente o mesmo, ou seja, a incorporação ao solo, seja com corretivo de solo ou aterro e compostagem. Isso indica uma gestão convencional do resíduo casca de ovo, o que ainda é amplamente utilizado em todo o mundo e inclui incineração, aterros, compostagem e aplicação como ração animal (NG *et al.*, 2020). Embora este não seja um destino incorreto, pode configurar um desperdício de nutriente (especialmente cálcio), uma vez que segundo diversos estudos científicos o aproveitamento deste resíduo é tecnicamente viável, em diversas áreas do conhecimento, como apresentado/discutido anteriormente (capítulo).

Conhecida a forma como as empresas percebem o conceito de Economia circular e o volume que produzem do resíduo casca de ovo, no próximo tópico será abordado o ponto de vista destas empresas quanto as possibilidades e perspectivas de reutilização da casca de ovo, neste sentido busca-se traçar um paralelo entre as descobertas científicas e as expectativas das empresas envolvidas.

Realidade e perspectivas da gestão do bio-resíduo antropogênico, casca de ovo

O assunto de que trata este tópico foi abordado em seis questões do instrumento de coleta de dados da pesquisa. A partir das respostas obtidas buscou-se compreender como as empresas respondentes percebem importância da EC para operacionalizar a sustentabilidade de suas empresas e como compreendem os potenciais comerciais do resíduo casca de ovo. As questões elaboradas foram precedidas de um breve texto, sobre a composição da casca de ovos e sua importância como fonte de sais minerais, bem como seu potencial para ser utilizada como base para desenvolvimento de produtos em diversos ramos da indústria, tais como: cosmética, fertilizantes, suplementos alimentares, implantes ósseos e dentários, como agentes anti-tártaro em cremes dentais e em bases biocerâmicas (DALLACORTE *et al.*, 2017)”.

Os entrevistados foram convergentes na concordância de que a gestão adequada do bio-resíduo casca de ovo pode representar ganhos econômicos, ambientais e sociais, a partir de sua industrialização. Assim como consideram que, apesar das cascas de ovos não representarem um risco de contaminação ambiental, sua reutilização representa redução da exploração de recursos naturais, principalmente as fontes de cálcio.

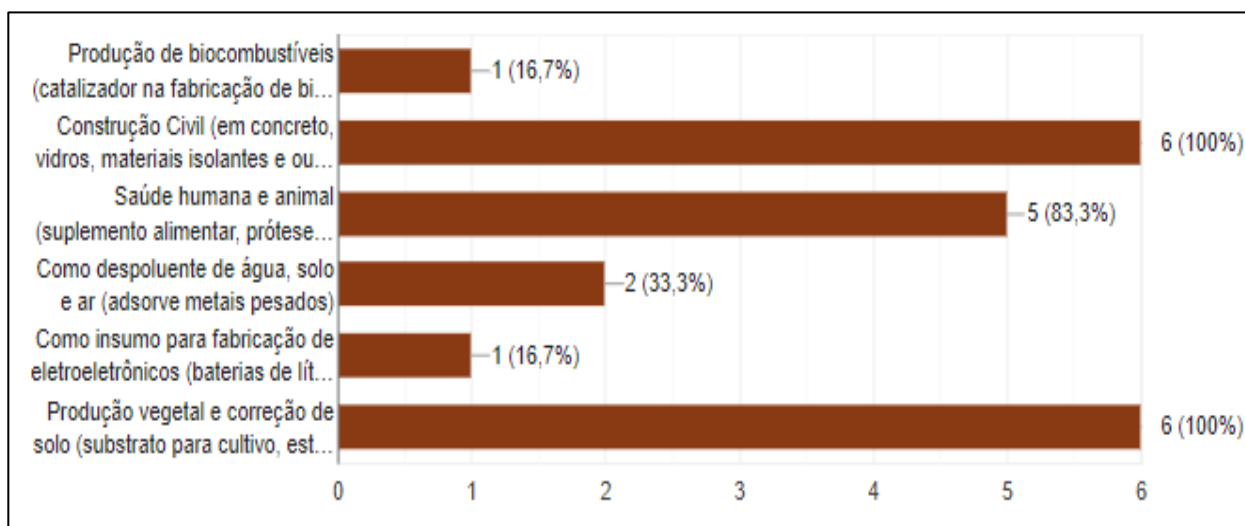
A relevância da economia circular e o fato dela despertar grande interesse na academia, governos e corporações se deve, em grande parte, por sua capacidade de operacionalizar o conceito de desenvolvimento sustentável para as atividades empresariais (BOGGIA, 2021). Também foi explorado neste item, a relevância de promover a EC com a finalidade de agregar

valor à sua marca, seu potencial de incrementar a imagem corporativa no que se refere a responsabilidade ambiental e social. Para os dois temas o critério de avaliação das respostas foi a escala likert, e os respondentes consideraram relevantes (2/6) e muito relevantes (4/6).

Tendo por resultado que os respondentes consideram positivo o reuso das cascas de ovos sobre a perspectiva da EC e os benefícios que dela advém, a seguir são apresentados os resultados obtidos quanto às possibilidades de utilização de cascas de ovos em outros processos produtivos. Neste sentido são apresentadas algumas formas deste reuso, objeto de estudos científicos e a opinião dos especialistas das indústrias de ovoprodutos quanto a sua aplicabilidade à realidade brasileira. Inicialmente foram elencadas alternativas mais recorrentes em estudos científicos segundo revisão de literatura realizada previamente como apresentado/discutido anteriormente (capítulo 5). Entre as opções apresentadas os respondentes deveriam escolher 3 formas de reutilizações que lhes parecessem mais interessantes.

Quanto às possibilidades mais interessantes de reuso das cascas de ovos, elencadas pelos respondentes, as respostas mais recorrentes estão ligadas às formas convencionais de reutilização como a produção vegetal e correção de solo, e seu aproveitamento um pouco mais sofisticado como material para a construção civil (Figura 1).

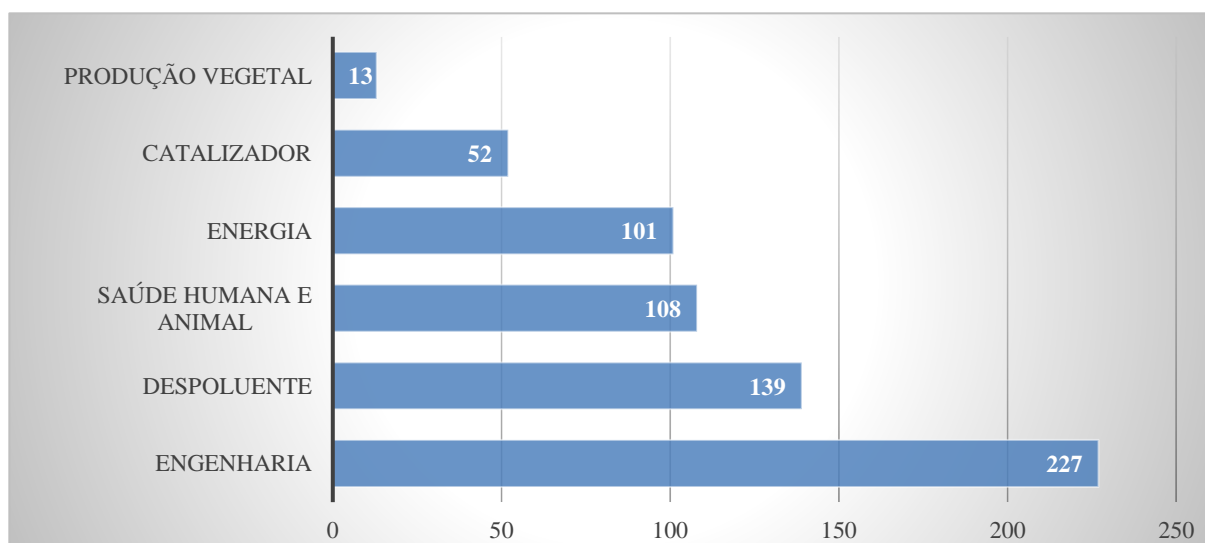
Figura 1: Opinião dos especialistas de indústrias de ovoprodutos, quanto as possibilidades mais interessantes de reuso das cascas de ovos.



Fonte: Dados da pesquisa

Neste caso, verifica-se um descolamento entre aquilo que é mais intensamente pesquisado (Figura 2) e o que atualmente acontece quanto à utilização do bio-resíduo casca de ovo, sugerindo que este processo de reuso encontra-se em estágio básico contemplando, principalmente, um destino ambientalmente correto para o resíduo.

Figura 2. Classificação dos estudos, conforme a aplicação proposta para reutilização das cascas de ovos e/ou membranas



Fonte: Resultado apresentado e discutido no capítulo 5 desta tese.

Outra forma de abordar este cenário é que o uso cascas de ovos por incorporação ao solo é uma alternativa que pode ser considerada como de uso tradicional. Assim sendo, é natural que o interesse científico em a investigar seja reduzido, mas seu uso continua relevante. De outra parte, a ciência busca alternativas de uso contemplando não somente um destino correto para o resíduo, mas também o aproveitamento de seus nutrientes e a economia das jazidas naturais. Por serem, de modo geral, estudos experimentais, ainda são poucos conhecidos pelo grande público e, portanto, menos citados pelos entrevistados. Este fato não configura, necessariamente, inviabilidade técnica ou industrial, mas um futuro promissor para o resíduo e uma oportunidade real de promoção da circularidade econômica e de nutrientes.

Assim sendo, o resultado obtido pode sugerir um hiato entre o que vem sendo estudado cientificamente sobre reutilização da casca de ovos e sua comunicação aos potenciais fornecedores da matéria prima. Segundo levantamento realizado entre as possibilidades de reuso de cascas, as 5 áreas onde sua aplicação é mais frequentemente pesquisada são: 1º na despoluição de água, 2º como catalizador na produção de biodiesel, 3º como material de construção, 4º como insumo para produção de tecidos ósseos e em 5º materiais eletroeletrônicos, entre os quais estão incluídos os semicondutores. Indicando usos que envolvem maior tecnologia, em alguns casos rigor sanitário e conseqüentemente maior estabilidade no fornecimento do insumo, gestão eficaz do resíduo e coordenação da cadeia produtiva, como apresentado/discutido anteriormente (capítulo 5).

A utilização de cascas de ovos como fertilizante de solo, mostrou-se um reuso efetivo entre as empresas participantes do estudo. Neste sentido, um estudo conduzido no Brasil tratou justamente do uso de cascas de ovos para a produção de um fertilizante por um processo mecanoquímico, utilizando moinho de esferas para moagem das cascas. Tal equipamento, além da moagem, produz fricção o que eleva a temperatura da mistura e consequente desencadeamento de transformações químicas desejáveis ao processo produtivo. Assim sendo, viabiliza a biodisponibilidade dos nutrientes ou elementos, possibilitando o manejo adequado e eficaz dos nutrientes fósforo, potássio e cálcio na fertilização do solo. Este processo configura uma oportunidade real de industrialização e comercialização do bio-resíduo casca de ovos gerados na indústria de ovoprodutos de forma concentrada (BORGES *et al.*, 2021).

A importância de reuso de cascas de ovos foi ratificada recentemente em um artigo da área médica que considerou a casca de ovo como um resíduo essencial para melhorar a absorção de cálcio na dieta. O estudo concentrou-se nos benefícios nutricionais das cascas de ovo e nas técnicas de extração de cálcio disponível no bio-resíduo, bem como para determinar sua viabilidade econômica na produção de um suplemento de cálcio (TIWARI *et al.*, 2022). A viabilização econômica, tecnológica e industrial, deste e de outros tipos de uso, é uma tarefa a ser realizada pelo setor de onde elas são originárias - a produção avícola e os demais interessados, de forma cooperativa.

Como encerramento, buscou-se a opinião dos entrevistados, com base em suas experiências como especialistas em indústria de ovoprodutos, e potencialmente fornecedoras do bio-resíduo para um futuro aproveitamento de cascas de ovos em escala industrial. Dadas as alternativas para reutilizar as cascas de ovos, qual lhes parecia com maior viabilidade, do ponto de vista ambiental, tecnológico e econômico. Foi detectada convergência na viabilidade da utilização em Construção civil, produção vegetal e correção de solo. De modo geral, os entrevistados consideram que as alternativas sugeridas como adequadas para o aproveitamento das cascas e com possibilidades reais de viabilidade econômica, configurando assim uma oportunidade de implementação de atitudes de fomento à economia circular, na avicultura de postura brasileira.

Neste sentido, foram realizadas considerações importantes, por parte dos respondentes, quanto à complexidade do processamento e exigências sanitárias, bem como a consideração de necessidade de aprofundamento no tema para opinar com maior confiança. Dois trechos destas respostas são apresentados a seguir:

“Construção civil, pois, aparentemente, não precisaria de muitas etapas, tais como de purificação, para a comercialização; diferente de quando o produto é vinculado à saúde humana e animal.”

“Não tenho conhecimento suficiente para opinar, mas o custo de processamento deve ser menor que o valor agregado após o processamento.”

Tais respostas sinalizam o interesse na busca por uma solução viável para um problema do setor de industrialização de ovos: a destinação correta das cascas de ovos. A produção deste resíduo tende a ser majorado com o crescimento esperado da produção de ovos no Brasil. Somado a esse fato, existe a possibilidade de tornar o resíduo num coproduto, incrementando o resultado financeiro das empresas, diluindo custos e mitigando impactos ambientais de suas produções.

Apesar da relevância das considerações feitas, superá-las é motivo e objetivo dos muitos estudos conduzidos sobre reutilização de resíduos para a efetiva utilização da energia neles contidas reduzindo, assim, a entropia dos sistemas e postergando o fim das reservas naturais ainda disponíveis (ODUM, 2018).

CONCLUSÃO

A pesquisa realizada sugere que, embora as empresas considerem a possibilidade de reutilização das cascas de ovos como insumo em outros processos produtivos e na possibilidade de tornar efetivamente o resíduo em coproduto com valor econômico, isso ainda não é a realidade nas indústrias de ovoprodutos. Atualmente, as cascas são preponderantemente destinadas à compostagem e agregação ao solo, não tendo sido identificada caracterização específica de tratamento das cascas. Este fato sugere uma realidade de poucas possibilidades de comercialização do resíduo e seu aproveitamento em escala industrial.

As respostas obtidas apontam que, mesmo as empresas que se compreendem como de modelo Circular, as cascas de ovos não são comercializadas como coprodutos, o que de forma alguma significa negligência com a gestão do resíduo. De modo geral, as empresas compreendem a economia circular como uma ferramenta capaz de operacionalizar a produção sustentável, seja pelo destino atual dado as cascas e a reutilização das cascas de ovos, bem como sua importância dela como fonte do elemento cálcio e a redução da exploração de reservas naturais.

As leituras que subsidiaram as discussões neste artigo também conduziram à reflexão sobre a relevância de utilizar na produção de ovoprodutos aqueles ovos que seriam descartados,

tanto em granjas de postura comercial como aqueles que seriam destinados à incubação. Seja por não atenderem aos padrões quanto à qualidade de casca e ou tamanho, a transformação em ovoprodutos configura economia de recursos naturais já utilizados em sua produção e isso tem relação direta com economia circular e bioeconomia.

A possibilidade de industrializar ovos que anteriormente eram descartados, teve uma trajetória de implantação para chegar ao nível de diversidade e qualidade atuais. O processo de aproveitamento de cascas, pode ser visto desta forma, ou seja, em desenvolvimento. Uma vez que vem sendo avaliado por estudiosos, seja por seu potencial como fonte de nutrientes, seja pela gestão correta de um resíduo agroalimentar, de tal modo que se torne em um horizonte não tão distante, um insumo valioso para diferentes ciclos produtivos, tornando-se um coproduto economicamente importante de forma que estímulo a seu total aproveitamento.

Através deste estudo pode-se perceber um hiato ou descompasso, entre as possibilidades de reuso atualmente adotadas pelas empresas e as investigações científicas que vem sendo realizadas. Este fato sinaliza a necessidade de organização setorial, entre os possíveis fornecedores do insumo casca de ovos e os diferentes consumidores deste coproduto possibilitando, assim, a real circularidade de nutrientes e energia.

Conclui-se que é preponderante que a produção sustentável e as ferramentas para sua operacionalização, como a economia circular, independente do setor de atuação, necessariamente estejam vinculadas ao setor de gestão estratégica das empresas e não sejam consideradas unicamente um produto de marketing e propaganda.

REFERÊNCIAS

BALLARDO, C. *et al.* A novel strategy for producing compost with enhanced biopesticide properties through solid-state fermentation of biowaste and inoculation with *Bacillus thuringiensis*. **Waste Management**, Composting Research Group, Department of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Escola d'Enginyeria, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, 08193, Spain, v. 70, p. 53–58, 2017.

BORGES, R. *et al.* Mechanochemical synthesis of eco-friendly fertilizer from eggshell (calcite) and KH_2PO_4 . **Advanced Powder Technology**, [s. l.], v. 32, n. 11, p. 4070–4077, 2021.

BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de validação e controle de qualidade analítica: fármacos em produtos para alimentação e medicamentos veterinários**, [s. l.], p. 72, 2011.

COSTA, M. P. e. **Diagrama de Borboleta: No Caminho da Circularidade**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/diagrama-de-borboleta>. Acesso em: 24 abr. 2022.

FOLEY, J. A. *et al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, [s. l.], v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.

GUIMARÃES, D. *et al.* Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **Agroindústria**, [s. l.], v. 43, p. 167–207, 2016.

LADU, L.; MORONE, P. P. Holistic approach in the evaluation of the sustainability of bio-based products: An Integrated Assessment Tool. **Sustainable Production and Consumption**, [s. l.], v. 28, p. 911–924, 2021.

LEINONEN, I.; KYRIAZAKIS, I. How can we improve the environmental sustainability of poultry production? **Proceedings of the Nutrition Society**, [s. l.], v. 75, n. 3, p. 265–273, 2016.

MALTHUS, T. R. **Population: The First Essay**. [S. l.]: University of Michigan Press, 1959. *E-book*.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/pgs_sigsif/pages/view/sigsif/relatoriocomercializacao/index.xhtml. Acesso em: 12 jul. 2022.

NG, H. S. *et al.* Recent advances on the sustainable approaches for conversion and reutilization of food wastes to valuable bioproducts. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 302, p. 122889, 2020.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2018. *E-book*.

OLIVEIRA, B. L. de; OLIVEIRA, D. D. de. **Qualidade e Tecnologia de Ovos**. Lavras: Editora UFLA, 2013.

OVO LÍQUIDO: LEVE PRATICIDADE E SEGURANÇA PARA SUA VIDA | NATUROVOS, 2022. Disponível em: <https://www.naturovos.com.br/ovos-liquidos-naturovos>. Acesso em: 26 jul. 2022.

Quina, M. J. M. J.; Soares, M. A. R. M. A. R.; Quinta-Ferreira, R. Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. **Resources, Conservation and Recycling**, CIEPQPF- Research Centre on Chemical Processes Engineering and Forest Products, Chemical Engineering Department, University of Coimbra, Pólo II – Rua Sílvio Lima, Coimbra, 3030-790, Portugal, v. 123, p. 176–186, 2017.

SALVADOR, R. *et al.* **How to advance regional circular bioeconomy systems? Identifying barriers, challenges, drivers, and opportunities**. [S. l.]: Elsevier B.V., 2022.

TATE, W. L. *et al.* Seeing the forest and not the trees: Learning from nature's circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 149, p. 115–129, 2019.

TIWARI, R. *et al.* Egg Shell: An Essential Waste Product to Improve Dietary Calcium Uptake. **Pharmacophore**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 32–40, 2022. Disponível em: <https://pharmacophorejournal.com/article/egg-shell-an-essential-waste-product-to-improve-dietary-calcium-uptake-wflzhpyc7kvhmzf>. Acesso em: 20 out. 2022.

WEETMANN, C. Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Autênticaed. São Paulo: [s. n.], 2019.

CAPÍTULO 7

DISCUSSÃO GERAL

7.1 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposição deste trabalho foi compreender a relevância de reutilizar cascas de ovos a partir da perspectiva da Economia Circular. A tese foi desenvolvida através de 4 artigos conectados que conduzem a construção de conhecimento específico relativo à economia circular e à produção comercial de ovos no Brasil. Teve como pano de fundo a reutilização da casca de ovos, mais especificamente as oriundas de indústrias de ovoprodutos, um segmento produtivo em expansão no Brasil. Nesse tipo de planta industrial, esse bio-resíduo é gerado de maneira concentrada e volume previsível, potencializando sua reutilização como insumo em outros processos produtivos.

Inicialmente uma revisão sistemática (capítulo 03), possibilitou identificar que a economia circular está relacionada com a produção agrícola, principalmente, através da reciclagem de resíduos que, por sua vez, são reutilizados de diversas formas, como na produção de biocombustíveis, como fertilizantes e na reciclagem de nutrientes. Além disso tais estudos, relativos à EC, que envolvem produção agrícola foram especialmente impulsionados após 2015, período em que a União Europeia divulgou um plano de ação com o objetivo de promover a transição do modelo econômico linear para o modelo circular, como forma de alcançar ou operacionalizar a produção sustentável nos diversos setores de sua economia.

Tal revisão indicou um caminho a ser seguido seja ele o estudo de um resíduo agrícola sob a perspectiva da EC, necessitando definir sobre qual resíduo da produção agrícola seria objeto do estudo. Neste sentido, a experiência profissional e conhecimento empírico pregresso da pesquisadora, definiu a direção a ser tomada, sendo escolhida a avicultura de postura comercial e em um de seus principais resíduos, as cascas de ovos, como objeto de estudo. Para fins de delineamento, o estudo foi restringido às cascas de ovos oriundas das indústrias de ovoprodutos.

No entanto, essas definições necessitavam de ratificação, de sua relevância como objeto de estudo, o que aconteceu com o auxílio de um estudo de análises de séries temporais sobre produção e exportação da indústria brasileira de ovos (capítulo 04). Através dele verificou-se que o Brasil teve uma taxa de crescimento total de 83,31%, superior ao crescimento chinês (78,76%) no mesmo período, enquanto a produção dos EUA apresentou a menor taxa crescimento por ano e total, entre os países avaliados neste estudo. Também foi constatado que o Brasil ainda industrializa uma parcela pequena dos ovos produzidos; contudo, focar nas cascas provenientes de indústrias processadoras de ovos constituiu-se num facilitador para dimensionar, com maior assertividade, o volume de casca disponível à reutilização como

insumo em outras atividades produtivas, com valor agregado.

Na sequência, buscou-se compreender o estado da arte sobre estudos científicos relacionados à reutilização das cascas de ovos, quais as possibilidades possíveis e as áreas do conhecimento em que estas possibilidades são relacionadas. Neste sentido, foi realizada uma revisão sistemática de literatura (capítulo 05), que resultou no artigo intitulado “cascas de ovos: trajetória dos estudos para seu aproveitamento, forma e utilização sob a ótica de circularidade de recursos naturais”. Este trabalho revelou que embora as cascas de ovos não caracterizem exatamente um problema ambiental, com base no conceito de economia circular, reutilizá-las pode significar economizar reservas naturais (finitas) através do seu uso eficiente, retendo o valor de seus nutrientes a longo prazo dentro de ciclos fechados de produtos e serviços, respeitando os limites de proteção ambiental e os benefícios socioeconômicos.

A revisão realizada evidenciou a importância de utilizar as cascas de ovos como fonte de cálcio, configurando este resíduo como um importante insumo para diversas aplicações em diferentes produtos. Entre estes encontram-se as mais conhecidas (inclusive pela cultura popular) como o seu uso na fertilização de solos. Contudo, usos mais sofisticados vêm sendo experimentados, como fonte de cálcio na produção de enxertos ósseos, na nutrição humana e animal, como componente de substâncias catalisadoras para diversas aplicações, como descontaminante, na produção de biocombustíveis, como componente de baterias para uso em equipamentos eletroeletrônicos ou, ainda, em diversas áreas das engenharias, seja como material de construção, equipamentos elétricos/eletrônicos e na produção de semicondutores.

Nesta etapa de desenvolvimento da tese, já conhecidas as tendências de uso das cascas de ovos e sua relevância como promotora da transição do modelo econômico linear para circular, o próximo passo foi compreender como a indústria de ovoprodutos percebia esta tendência. E como essas possibilidades podem representar efetivamente a promoção da produção sustentável sob a ótica da Economia circular. A resposta para tal questionamento foi buscada através de uma pesquisa de campo, preponderantemente do tipo qualitativa e conduzida a partir de entrevistas estruturadas, utilizando formulário eletrônico, tendo sido realizada pela mediação de tecnologias de modo remoto (google docs.).

O instrumento de pesquisa foi elaborado e direcionado a especialistas de indústrias de ovoprodutos (formadores de opinião), envolvidos diretamente com o processo produtivo de seis empresas relevantes do setor produtivo pesquisado. O resultado desta pesquisa é apresentado no artigo “Indústria de ovoprodutos brasileira e sua relação com a economia circular” (capítulo 06).

Assim sendo, o material bibliográfico consultado para elaboração desta tese e os dados

coletados na pesquisa de campo resultou na construção de saber específico sobre a reutilização das cascas de ovos e seu valor, ao ser tratada como um bio-resíduo com valor agregado suficiente para impulsionar a economia circular na atividade estudada.

Constatou-se que a percepção de que uma empresa ou atividade produtiva é circular pode facilmente ser equivocada e superficial, se considerarmos que existe uma diferença considerável entre uma gestão correta de resíduos e a implementação de uma economia de modelo circular que objetiva, além do destino correto, que os resíduos retornem ao ciclo produtivo; ou seja, a meta é alcançar o descarte zero além, é claro, da inclusão de insumos reutilizados em seus processos. Considerando as 10 estratégias, propostas por Morsetto (2020a) para que uma economia circular seja efetivamente implantada, é necessário contemplar desde estratégias básicas que se referem a padrões de consumo (através do uso e fabricação de produtos de forma mais racional) até o último recurso, que é transformar o resíduo em energia térmica (através de sua incineração). Entre estas duas formas de promover a EC surgem outras estratégias como a reutilização, neste caso dos nutrientes.

Isso posto, pode-se concluir que a circularidade de uma determinada atividade produtiva deve estar necessariamente conectada à sua capacidade de transformar resíduos em coprodutos, ou seja, que eles contribuam para o resultado financeiro da empresa. Assim sendo é razoável o pensamento de que as empresas terão sucesso na busca pela circularidade se atuarem de forma coletiva, o pensar estratégico de que o resíduo de uma produção é o insumo de outra (TATE *et al.*, 2019).

A revisão sistemática realizada apontou tendências de pesquisa, no que se refere à reutilização de cascas de ovos, em sua maioria na forma de pó de casca. Sendo utilizada em diferentes granulometrias, normalmente envolvendo tratamento térmico (calcinagem) como forma de disponibilizar o carbonato de cálcio da casca de ovos. A depender da aplicação do cálcio oriunda do bio-resíduo casca de ovo, tal insumo terá maior ou menor rigor quanto a pureza e inocuidade. Além da casca, a membrana interna (ESM), rica em proteína, também demonstrou potencialidades, especialmente como insumo para indústria farmacêutica e de cosméticos, onde a inocuidade é preponderante. No entanto ainda existem barreiras tecnológicas para sua separação em escala industrial, visto que esta separação precisa obrigatoriamente acontecer antes da casca ser submetida a altas temperaturas, quando acontece a completa desnaturação da membrana proteica e a consequente disponibilização do cálcio contido na casca.

O estudo foi pautado pela abordagem de sustentabilidade sistêmica, uma forma revisada do tripé da sustentabilidade, onde a dimensão ambiental é basilar, a partir dela busca-se a

sustentabilidade social e econômica, uma vez que sem um meio ambiente minimamente equilibrado torna-se insustentável o desenvolvimento social e sem uma sociedade minimamente equilibrada é inútil pensar em sustentabilidade econômica razoável (ELKINGTON, 2018). Neste sentido, observar padrões e estratégias testados ao longo do tempo de ecossistemas naturais que operam usando, reutilizando e reaproveitando materiais e componentes de maneira sustentável pode permitir soluções inovadoras e eficazes para as empresas começarem a enfrentar esses desafios globais (TATE *et al.*, 2019).

Também o desenvolvimento sustentável transmutou da ecoeficiência (minimização dos impactos negativos) para a eco efetividade (otimização dos impactos positivos) (DE KOEIJER; WEVER; HENSELER, 2017), tornando este aspecto um novo ponto de convergência com uma das ideias defendidas nesta tese, seja a de que não basta dar um destino correto ao resíduo casca de ovo, é importante que sejam afetivamente implementadas soluções de reaproveitamento do resíduo de forma efetiva tanto para mitigar impactos ao meio ambiente quanto para retorná-lo ao ciclo produtivo (técnico ou biológico), agregando valor ambiental e econômico ao bio-resíduo em questão.

Ecologia e Economia deveriam ser disciplinas relacionadas, entretanto, os ecólogos e economistas por muito tempo foram considerados como adversários. No entanto, esta percepção vem sendo alterada, especialmente com o avanço dos estudos que relacionam o desempenho econômico à disponibilidade de recursos naturais (ODUM, 2018). Eis um ponto comum entre as duas áreas aparentemente antagônica, uma vez que a Economia circular tem relação estreita com a economia da utilização de recursos naturais disponíveis para manter as atividades produtivas existentes, e as que ainda estão por vir, através das tecnologias em desenvolvimento ou à serem desenvolvidas para reutilizar resíduos em semelhança ao funcionamento da natureza.

A pesquisa de campo realizada com especialistas das empresas de ovoprodutos foi esclarecedora para compreender como é feita a gestão do resíduo específico casca de ovo, gerado em volume considerável nestas unidades produtivas. Verificou-se que os especialistas entendem do que se trata a EC, embora não tenham sido arguidos em profundidade sobre o tema, demonstraram conhecimento geral sobre o tema. O estudo realizado corrobora a ideia de que algumas lacunas e limitações importantes incluem, a falta de critérios claros para avaliação de sustentabilidade/circularidade de produtos de base biológica (LOKESH; LADU; SUMMERTON, 2018). Tornando-se assim algo intangível, dimensionar qual o estágio da transição para uma economia circular que determinada empresa ou atividade encontra-se sem a determinação clara de indicadores de sustentabilidade.

Independente da formalidade desejável, na avaliação quanto ao estágio da transição para uma economia circular que se encontra uma empresa, torna-se meritório que a ética empresarial se sobreponha aos interesses mercadológicos. O assunto tratado nesta tese de doutoramento relaciona-se, em certa medida, com o conceito de ESG (*environmental, social e governance*) que, por sua vez, tem alinhamento com a visão sistêmica de produção sustentável, citada anteriormente. Dessa forma, é relevante serem identificadas e desencorajadas a implementação de ações do tipo *Greenwashing*, numa tradução literal seria “lavagem verde”, ou seja, ações de “fachada” sobre a temática sustentabilidade, especialmente pelas implicações referentes à seriedade do tema, à imagem das empresas e à sustentabilidade econômica no médio e longo prazo daquelas que a praticam (MATEO-MÁRQUEZ; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ; ZAMORA-RAMÍREZ, 2022).

A economia circular é uma ferramenta relevante para viabilizar a produção sustentável, isso parece ser senso comum, no entanto torná-la uma realidade, quando falamos de produção agropecuária, que envolve coordenação setorial. Isso posto, cabe lembrar que um dos conceitos clássicos de agronegócios fala exatamente disso: - Os economistas Ray Goldberg e John H. Davis definiram o termo Agribusiness em 1957 como: "a soma total das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles". Com base nesta definição de Agronegócio, percebe-se que a coordenação dos diferentes elos de cadeias produtivas específicas do agronegócio, são acrescentadas as demais atividades produtivas com potencial de consumir novos produtos elaborados a partir da utilização de bioproduto obtidos a partir de bio-resíduos.

As diversas conexões possíveis, para além da definição clássica de agronegócio, envolvem setores aparentemente sem relação direta com ele. Como é o caso da possibilidade de uso de casca de ovo como insumo para produção de próteses ortopédicas, fármacos e na composição de materiais eletroeletrônicos, como é o caso de a casca de ovos ser usada na produção de semicondutores. Assim sendo, cabe ponderar que no futuro a reflexão não será como reutilizar resíduos, mas como otimizar esta reutilização, ou seja, escalonar entre as possibilidades qual deverá ser a ordem de reuso, considerando a maior circularidade possível de nutrientes.

Desta maneira, a reutilização das cascas de ovos de forma a significar retorno de nutrientes ao ciclo produtivo, seja ele biológico ou técnico, dependerá da implementação de indústrias processadoras de cascas voltadas as exigências de mercado e com regras de processamento ainda por serem definidas. Depreende-se que é necessário suprir diferentes

aplicações e atendendo obviamente às peculiaridades de cada uma delas, desta forma compreende-se a necessidade de estruturar o processamento de cascas de ovos a partir de plantas industriais distintas: de baixa, média e alta complexidade como de forma a atender às diferentes aplicabilidades do produto, seja casca e ou membrana. Isso indica a necessidade de um pensamento sistêmico, ou seja, o envolvimento de diferentes setores produtivos. Sendo esta uma sugestão de pesquisa futura, como forma de viabilizar a reutilização da casca de ovo como um bio-resíduo capaz de promover a economia circular e tornar-se um substituto viável as fontes de cálcio ainda disponíveis na natureza.

Finalizo com uma reflexão sobre o termo “do berço ao berço” (C2C), pensada com a intenção de contraposição a expressão “do berço ao túmulo”, conhecida e utilizada na ferramenta de Avaliação de Ciclo de Vida e relacionada ao modelo de economia linear. Ele (C2C) se refere à necessidade de promover a circularidade dos elementos, tornando a ideia de descarte (túmulo) algo a ser eliminado ou reduzido a quantidades mínimas. O túmulo de um processo torna-se, então, o berço de outro (Ideia Circular, 2022).

BIBLIOGRAFIA

ABÍN, Rocío *et al.* Environmental assesment of intensive egg production: a spanish case study. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 179, p. 160–168, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618300751>. Acesso em: 15 jan 2020,

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Annual Report of the Brazilian Association of Animal Protein Relatório anual 2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2019.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual ABPA 2020**. São Paulo, 2020.

BALLARDO, Cindy *et al.* A novel strategy for producing compost with enhanced biopesticide properties through solid-state fermentation of biowaste and inoculation with *Bacillus thuringiensis*. **Waste Management**, Barcelona, v. 70, p. 53–58, 2017b.

BORGES, Roger *et al.* Mechanochemical synthesis of eco-friendly fertilizer from eggshell (calcite) and KH₂PO₄. **Advanced Powder Technology**, Nagoya, v. 32, n. 11, p. 4070–4077, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921883121004283>. Acesso em: 13 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de validação e controle de qualidade analítica: fármacos em produtos para alimentação e medicamentos veterinários**. Brasília, 2011. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=abrirArvoreTematicaNew>. Acesso em: 18 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília. **Lista de Comercialização por Área Produto Espécie UF**. Brasília, 2022 Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/pgs_sigsif/pages/view/sigsif/relatoriocomercializacao/index.xhtml. Acesso em: 12 jul. 2022.

CHI, Yujie Yuan *et al.* Cyclone Device Collecting Eggshell Membranes and Eggshells Separately from Eggshells Mixture. **Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery**, Beijing, v. 50, n. 8, p. 339–350, 2019.

CIRCULAR ECONOMY - BUTTERFLY DIAGRAM - PNG | SHARED BY DIGITAL. Newport. 2022. Disponível em: <https://emf.thirdlight.com/link/bxqwo5kx53lq-2syjxg/@/preview/1?o>. Acesso em: 14 mar. 2022.

COSTA, Mariana Pinto. **Diagrama de Borboleta: no caminho da circularidade**. Évora, 2020. Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/diagrama-de-borboleta>. Acesso em: 24 abr. 2022.

COSTA, Daniel Fonseca; CARVALHO, Francisval de Melo. Relação entre gerenciamento de resultado e governança corporativa: construindo um referencial teórico a partir de uma revisão

sistemática da literatura. **ForScience**, Formiga, v. 4, n. 1, p. 20–41, 2016. Disponível em: <http://www.forscience.ifmg.edu.br/forscience/index.php/forscience/article/view/182>. Acesso em: 22 out 2020.

DALLACORTE, Caroline; BEHLING, Samara Moro; QUADROS, Camila Scheffer de. Implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo: um estudo da viabilidade econômica. **Revista Tecnológica**, Chapecó, v. 6, n. 1, p. 83–103, 2017. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/236>. Acesso em: 1 mar. 2020.

DE KOEIJER, Bjorn; WEVER, Renee; HENSELER, Jörg. Realizing Product-Packaging Combinations in Circular Systems: Shaping the Research Agenda. **Packaging Technology and Science**, New York, v. 30, n. 8, p. 443–460, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez45.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/pts.2219>. Acesso em: 20 set. 2022.

DEL PRADO, A. *et al.* Whole-farm models to quantify greenhouse gas emissions and their potential use for linking climate change mitigation and adaptation in temperate grassland ruminant-based farming systems. **Animal**, Cambridge, v. 7, p. 373–385, 2013.

ECONOMIA CIRCULAR. Newport, 2022. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acesso em: 31 maio 2022.

ELKINGTON, De John. **25 Years Ago I Coined the Phrase “Triple Bottom Line.” Here’s Why It’s Time to Rethink It.** Boston, 2018. Disponível em: <https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>. Acesso em: 25 ago. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Founding Partners of the Ellen MacArthur Foundation 2013 Circular Economy Towards The Economic and business rationale for an accelerated transition. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge, 2013. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ESPOSITO, Benedetta *et al.* Towards Circular Economy in the Agri-Food Sector. A Systematic Literature Review. **Sustainability**, Cham, v. 12, n. 18, p. 7401, 2020.

FAO. **Africa Sustainable Livestock 2050-Technical Meeting and Regional Launch.** Roma, 2017. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 10 ago 2020.

FAO. **El huevo en cifras.** Roma, 2015.

FAUSTINO, M. *et al.* Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. **Molecules**, Porto, v. 24, n. 6, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063123086&doi=10.3390%2Fmolecules24061056&partnerID=40&md5=55974776bef0e464b2fbf9092737e928>. Acesso em: 27 out 2021.

FOLEY, Jonathan A. *et al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, London, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/nature10452>. Acesso em: 15 maio 2020.

GHASEMPOUR, A.; AHMADI, E. Assessment of environment impacts of egg production

chain using life cycle assessment. **Journal of Environmental Management**. London, v. 183, p. 980–987, 2016.

GUIMARÃES, Diego *et al.* Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **Agroindústria**, Brasília, v. 43, p. 167–207, 2016. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11794/1/BS_45_Suinoicultura_-_estrutura_da_cadeia_produtiva%2C_panorama_do_setor_no_Brasil%5B...%5D_P.pdf. Acesso em: 14 set. 2021.

KOVANDA, Jan; HAK, Tomas. What are the possibilities for graphical presentation of decoupling? An example of economy-wide material flow indicators in the Czech Republic. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 7, n. 1, p. 123–132, 2007.

LADU, Luana; MORONE, Prof Pieggiuseppe. Holistic approach in the evaluation of the sustainability of bio-based products: An Integrated Assessment Tool. **Sustainable Production and Consumption**, Amsterdam, v. 28, p. 911–924, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352550921002050>. Acesso em: 25 ago. 2021.

LEE, D.-H. Building evaluation model of biohydrogen industry with circular economy in Asian countries. **International Journal of Hydrogen Energy**, Keelung City, p. 3278–3289, 2019.

LEINONEN, Ilkka; KYRIAZAKIS, Ilias. How can we improve the environmental sustainability of poultry production? **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 75, n. 3, p. 265–273, 2016.

LOKESH, Kadambari; LADU, Luana; SUMMERTON, Louise. Bridging the gaps for a “circular” bioeconomy: Selection criteria, bio-based value chain and stakeholder mapping. **Sustainability (Switzerland)**, Cham, v. 10, n. 6, p. 1695, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1695/htm>. Acesso em: 24 abr. 2022.

MALTHUS, Thomas Robert. **Population: the first essay**. Michigan: University of Michigan Press, 1959. *E-book*. Disponível em: <http://books.google.com/books?id=zUXuJTJ5sKcC&pgis=1>. Acesso em: 17 julho 2021.

MATEO-MÁRQUEZ, Antonio J.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, José M.; ZAMORA-RAMÍREZ, Constancio. An international empirical study of greenwashing and voluntary carbon disclosure. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 363, p. 132567, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622021679>. Acesso em: 11 set. 2022.

MCNAMARA, Donald J. The Fifty Year Rehabilitation of the Egg. **Nutrients**, Basel, v. 7, n. 10, p. 8716–8722, 2015. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2072-6643/7/10/5429>. Acesso em: 29 out 2021.

RODRIGUES, Andreia Micaela Falcão. **Estudos de utilização, tratamento e valorização de resíduos sólidos: casca de ovo**. 2015. 136 f. Aveiro, 2015. Disponível em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/14886>. Acesso em: 9 jun. 2020.

MORRIS, J.P. P; BACKELJAU, T.; CHAPELLE, G. Shells from aquaculture: a valuable biomaterial, not a nuisance waste product. **Reviews in Aquaculture**, Brussels, v. 11, n. 1, p. 42–57, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85040733903&doi=10.1111%2Fraq.12225&partnerID=40&md5=95ae918db24cfb898c90e41ba2b21a5a. Acesso em: 29 out 2021.

MORSELETTO, Piero. Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge, v. 24, n. 4, p. 763–773, 2020a. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12987>. Acesso em: 15 set. 2020.

MORSELETTO, Piero. Targets for a circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 153, p. 104553, 2020b. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344919304598>. Acesso em: 9 set. 2020.

NG, Hui Suan *et al.* Recent advances on the sustainable approaches for conversion and reutilization of food wastes to valuable bioproducts. **Bioresource Technology**. Barking, v. 302, p. 122889, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852420301589>. Acesso em: 29 out 2021.

NIJDAM, Durk; ROOD, Trudy; WESTHOEK, Henk. The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. **Food Policy**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 760–770, 2012. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306919212000942>. Acesso em: 13/fev 2020.

O QUE É CRADLE TO CRADLE? - IDEIA CIRCULAR. São Paulo, [2023]. Disponível em: <https://ideiacircular.com/o-que-e-cradle-to-cradle/>. Acesso em: 2 fev. 2023. Acesso em: 03 fev 2023.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edsmib&AN=e dsmib.000012661&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>. Acesso em: 07 abril 2022.

OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e Tecnologia de Ovos**. Lavras: Editora UFLA, 2013.

OVO líquido: leve praticidade e segurança para sua vida | naturovos. Salvador do Sul, 2022. Disponível em: <https://www.naturovos.com.br/ovos-liquidos-naturovos>. Acesso em: 26 jul. 2022.

PELLETIER, Nathan. Changes in the life cycle environmental footprint of egg production in Canada from 1962 to 2012. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 176, p. 1144–1153, 2018.

PELLETIER, Nathan. Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation by hen housing system type. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 152, p. 167–180, 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652617304857>. Acesso em: 29 out 2021.

PELLETIER, Nathan *et al.* Sustainability in the Canadian Egg Industry—Learning from the Past, Navigating the Present, Planning for the Future. **Sustainability**, Cham, v. 10, n. 10, p. 3524, 2018a.

PELLETIER, N.; IBARBURU, M.; XIN, H. A carbon footprint analysis of egg production

and processing supply chains in the Midwestern United States. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 54, p. 108–114, 2013.

PINHEIRO, Eliane. **Implementação dos princípios da economia circular em clusters de vestuário**: uma proposta de modelo tese pont. 2020. 156 f. - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

PIRES, M. A. D. R. **Análise de impacto ambiental da avicultura de postura em sistema intensivo e automatizado no sul do Brasil**. 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PIRES, Maria Antônia Domingues Ramos; PINTO, Andrea Troller. Indústria do Ovo: qual é o significado e uso dessa expressão?. **Brazilian Journal of Food Technology**. São Paulo, v. 23, p. 539–547, 2020. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232020000100305&tlng=pt. Acesso em: 8 set. 2021.

POTTING, José *et al.* Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report. **PBL Netherlands Environmental Assessment Agency**, Haia, n. 2544, p. 42, 2017. Disponível em:
https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:2sa34ZH0gBwJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em: 7 out. 2020.

PRUDÊNCIO DA SILVA, Vamilson *et al.* Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. **Journal of Environmental Management**, Oxford, v. 133, p. 222–231, 2014.

PUBLICATIONS | ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Newport, 2021. Disponível em:
<https://ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: 15 set. 2021.

QUINA, M.J.; SOARES, M.A.R.; QUINTA-FERREIRA, R. Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 123, p. 176–186, 2017.

REIKE, Denise; VERMEULEN, Walter J.V.; WITJES, Sjors. The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 135, p. 246–264, 2018.

SALVADOR, Rodrigo *et al.* How to advance regional circular bioeconomy systems? Identifying barriers, challenges, drivers, and opportunities. **Sustainable Production and Consumption**, Amsterdam, v.32, p.248 – 269, 2022.

SMITH, L.G. Laurence G.; WILLIAMS, A.G. Adrian G.; PEARCE, B.D. Bruce D. B.D. The energy efficiency of organic agriculture: A review. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge, v. 30, n. 3, p. 280–301, 2015.

SMOL, M. The importance of sustainable phosphorus management in the circular economy (CE) model: the Polish case study. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, Poland, v. 21, n. 2, p. 227–238, 2019.

TATE, Wendy L. *et al.* Seeing the forest and not the trees: Learning from nature's circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 149, p. 115–129, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344919302368>. Acesso em: 21 ago. 2022.

TIWARI, Ruchi *et al.* Egg shell: an essential waste product to improve dietary calcium uptake. **Pharmacophore**, Dholpur, v. 13, n. 4, p. 32–40, 2022. Disponível em: <https://pharmacophorejournal.com/article/egg-shell-an-essential-waste-product-to-improve-dietary-calcium-uptake-wflzhpyc7kvhmzf>. Acesso em: 20 out. 2022.

VANHAMÄKI, S. *et al.* Transition towards a circular economy at a regional level: A case study on closing biological loops. **Resources, Conservation and Recycling**. Amsterdam, v. 156, 2020.

VELENTURF, Anne P.M. *et al.* Circular economy and the matter of integrated resources. **Science of the Environment**. Amsterdam, v. 869, p. 963- 969, 2019.

WEETMANN, C. **Economia circular**: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. São Paulo, 2019.

ZHAO, Yu-Hong; CHI, Yu-Jie. Characterization of Collagen from Eggshell Membrane. **Biotechnology**, Faisalābād, v. 8, n. 2, p. 254–258, 2009. Disponível em: <https://scialert.net/fulltext/?doi=biotech.2009.254.258>. Acesso em: 16 jun. 2020.

CURRICULUM VITAE RESUMIDO

Filha de Santa Nely Domingues Ramos e Felipe Alfredo Ramos, ela modista, ele mecânico agrícola, Maria Antônia Domingues Ramos Pires nasceu em 08 de outubro de 1968, em Jaguarão no Rio Grande do Sul. No período compreendido entre os anos de 1975 e 1985 cursou o 1º grau na Escola Estadual Joaquim Caetano da Silva e 2º grau Técnico em Contabilidade no Colégio Comercial Carlos Alberto Ribas, ambas unidades escolares públicas da cidade de Jaguarão. No ano de 1991 obteve a certificação de Técnico em Eletromecânico na Escola Técnica Federal de Pelotas. Graduiu-se em Engenharia Agrícola, em setembro de 1998, pela Universidade Federal de Pelotas. Especializou-se em Gestão Empresarial no ano de 2003 pela Universidade Estadual de Feira de Santana no estado da Bahia. Atuou em empresas voltadas a processamento de produtos agrícolas no período entre 1999 e 2013. Recebeu o título de Mestre em Agronegócios, no Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios da UFRGS, em 2019, neste mesmo ano foi admitida no Curso de Doutorado em Agronegócios, do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios na UFRGS, título que defende hoje com a tese: A utilização de cascas de ovos da avicultura de postura à luz da teoria da economia circular.

Formulário de coleta de dados, enviado a especialistas de indústrias de ovoprodutos no Brasil

30/11/2022 17:29

1. Casca de ovo e economia circular

1. Casca de ovo e economia circular

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Este formulário consiste em um instrumento para coleta de dados, relativos ao volume e destino das cascas de ovos, oriundas de indústrias de ovoprodutos no Brasil, sob a responsabilidade da Doutoranda em Agronegócios Maria Antônia Domingues Ramos Pires, sob Orientação da Professora Dra. Verônica Schmidt, do Programa de Pós Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PÚBLICO ALVO:

Especialistas de Indústrias Produtoras de Ovoprodutos

OBJETIVO DO INSTRUMENTO:

Esta entrevista lhe foi encaminhada por sua condição privilegiada de formador de opinião, dentro da cadeia produtiva de ovos comerciais. Através deste instrumento, pretende-se identificar o atual destino das cascas de ovos geradas pela indústria brasileira de ovoprodutos e a percepção dos entrevistados sobre o destino de tal resíduo, atual e futuro. Também, através deste instrumento de pesquisa, busca-se compreender como o setor percebe as implicações ambientais do descarte incorreto deste resíduo e viabilidade de seu aproveitamento e potencial comercial, bem como qual o estágio de conhecimento e intenção do setor em promover a economia circular e os possíveis ganhos dela advindos.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES:

Desde já agradeço imensamente sua atenção e disponibilidade em respondê-la, sua participação é valiosa e fundamental para a condução da tese de doutorado em desenvolvimento, que se propõe a caracterizar a sustentabilidade ambiental da cadeia produtiva avícola, a partir do resíduo casca de ovo oriunda de indústrias processadoras de ovos, à luz da Economia Circular.

Como resultado desta pesquisa pretende-se indicação de alternativas viáveis e adequadas à realidade brasileira, para reciclagem de cascas de ovos, de forma agregar valor econômico ao resíduo e promover a sustentabilidade ambiental da atividade produtiva estudada.

Apesar de serem solicitadas informações referentes à identificação pessoal e empresarial, cabe salientar que estes dados não serão divulgados sendo necessários, unicamente, para conhecimento, organização e análise dos dados.

O presente instrumento de coleta de dados é composto de 6 blocos de perguntas, cada um contendo questões objetivas (alternativas) e descritivas, elaboradas de forma a otimizar o tempo de preenchimento das questões relevantes ao estudo.

GARANTIA DE RECUSA EM PARTICIPAR DA PESQUISA E/OU RETIRADA DE CONSENTIMENTO Você

não é obrigado(a) a participar da pesquisa, podendo deixar de participar dela em qualquer momento

, sem que seja penalizado ou que tenha prejuízos decorrentes de sua recusa. Caso decida retirar seu

consentimento, você não será mais contatado(a) pelos pesquisadores.

GARANTIA DE MANUTENÇÃO DO SIGILO E PRIVACIDADE : Os pesquisadores se comprometem a

resguardar sua identidade durante todas as fases da pesquisa, inclusive após finalizada e publicada.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS :

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou para relatar algum problema, você poderá contatar a pesquisadora Maria Antônia D. R. Pires nos telefones (51) 99370-1094 (inclusive WhatsApp), ou pelo e-mail dr.piresmariaantonia@gmail.com.

Cordialmente,

Eng^a Agrícola Maria Antônia D. R. Pires
Doutoranda em Agronegócios (CEPAN - UFRGS)

***Obrigatório**

1. Declaro que sinto-me informado e esclarecido sobre o presente documento, entendendo todos os termos acima expostos, e que voluntariamente aceito participar deste estudo. *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Pular para a pergunta 2

2. Identificação do entrevistado e da empresa

Os dados informados nesta seção são sigilosos e portanto não serão divulgados, sendo necessários unicamente para conhecimento, organização e análise dos dados.

2. Razão social da empresa: *

3. Nome fantasia da empresa: *

4. País/estado:

5. Principais ovoprodutos comercializados: *

6. Nome do entrevistado: *

7. Escolaridade: *

Marcar apenas uma oval.

- Ensino médio
- Graduação
- Pós-graduação

8. Função/ cargo que ocupa atualmente? *

9. Tempo de sua atuação no cargo?

Marcar apenas uma oval.

- até 1 ano no cargo
- de 1 a 5 anos no cargo
- mais de 5 anos
- Outro: _____

10. Qual sua faixa etária?

Marcar apenas uma oval.

- menos de 25 anos
- de 26 a 35
- de 36 a 45
- 46 a 55
- 56 a 65
- 66 ou mais

Pular para a pergunta 11

3.
Relação
da
empresa
com a
Economia
Circular

A economia circular surge como uma alternativa para viabilizar o desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a união europeia (EU) lançou, em 2015, diretrizes para impulsionar este conceito. Tais diretrizes indicam a necessidade da transição de uma economia linear (extrai, usa e descarta) para uma circular, com o fechamento do ciclo através da reciclagem, reuso e redução do consumo (3 R). Os resultados dependem diretamente da eficiência de reciclagem de resíduos e subprodutos de forma a gerar benefícios econômicos e ambientais (Quina et al., 2017). As questões neste bloco referem-se ao posicionamento de sua empresa, em relação à aplicação dos princípios, objetivos e características desta teoria.

11. Com base no texto acima você considera sua empresa um modelo de negócio * de economia linear ou circular?

Marcar apenas uma oval.

- Economia Linear
- Economia Circular
- Outro: _____

12. Existe algum planejamento da empresa no que se refere a transição, para um modelo de economia circular? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Outro: _____

13. A empresa comercializa as “cascas de ovos”? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Outro: _____

14. Com base em sua experiência pessoal e profissional, considera a Economia circular relevante e/ou com capacidade de melhorar o desempenho de sua indústria nos âmbitos social, econômico e ambiental? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Outro: _____

15. Levando em conta que a economia circular baseia-se no funcionamento da natureza, onde o resíduo de um processo é alimento de outro, consegue identificar esta relação em algum setor de sua empresa? *

Marcar apenas uma oval.

- sim
 Não
 Outro: _____

Pular para a pergunta 16

4. Capacidade produtiva e geração do resíduo "cascas de ovos"

Os dados coletados nesta seção não serão utilizados individualmente ou identificada sua origem.

16. Média mensal de produção de ovoprodutos (toneladas): *

17. Com referência a resposta anterior, aproximadamente quanto foi exportado em 2021 (toneladas):

18. Quantidade de cascas de ovos, gerados na produção supracitada (toneladas):

Pular para a pergunta 19

5. Destino atual das cascas de ovos

Lembre-se que estas perguntas não se referem a juízo de valor, não existe resposta certa ou errada, servem de base para sondar a realidade brasileira, no que se refere ao resíduo casca de ovo.

19. Qual o destino usual das cascas de ovos? *

Marque todas que se aplicam.

- Aterro ou compostagem
- Insumo para outros processos produtivos, por exemplo corretivo de solo
- Outro: _____

20. As cascas de ovos resultantes do processo produtivo da empresa que representa, em sua opinião são: *

Marcar apenas uma oval.

- Resíduo (Resíduos são as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados em processos industriais ou por motores)
- Coproduto (Coproduto é um produto secundário gerando durante o processo produtivo com aproveitamento econômico e relevante para o negócio da empresa.)
- Outro: _____

21. Sua empresa realiza algum tratamento as cascas de ovos resultantes do processo produtivo, assinale quantas alternativas precisar? *

Marque todas que se aplicam.

- Centrifugação
- Secagem
- Moagem
- Outro: _____

22. Como as cascas ficam armazenadas em sua empresa, antes de serem retiradas? *

23. Qual a forma de coleta das cascas em sua empresa? *

Marque todas que se aplicam.

- à granel, em caminhão caçamba
- Embaladas em bag's
- Outro: _____

Pular para a pergunta 24

6. Realidade e perspectivas da gestão do bio-resíduo antropogênico, "casca de ovo"

O resíduo "casca de ovo" é composto basicamente por duas partes, uma membrana composta principalmente de proteína e a casca propriamente dita, constituída principalmente por carbonato de cálcio. Estudos indicam que estas duas partes podem ser recicladas separadamente ampliando as possibilidades de uso e ganhos monetários.

A membrana da casca do ovo é considerada uma fonte alternativa potencial e importante de colágeno para aplicação em alimentos, cosméticos e materiais biomédicos (Zhao; Chi, 2009). Por sua vez a casca do ovo é considerada uma rica fonte de sais minerais, podendo ter a finalidade de servir como base para desenvolvimento de produtos em diversos ramos da indústria: cosmética, fertilizantes, suplementos alimentares, implantes ósseos e dentários, como agentes anti-tártaro em cremes dentais e em bases biocerâmicas (Dallacorte et al., 2017).

24. Com base nas informações acima e na sua experiência pessoal, a gestão adequada do resíduo casca de ovo pode resultar em ganhos econômicos, ambientais e sociais, a partir de sua industrialização? *

Marcar apenas uma oval.

- sim
- Não
- Outro: _____

25. Considerando que a casca de ovo não representa um risco de contaminação ambiental, podemos afirmar que sua reutilização representa economia de recursos naturais, por exemplo como alternativa ao calcário? *

Marcar apenas uma oval.

- sim
- Não
- Outro: _____

26. A economia circular atualmente desperta grande interesse na academia, governos e corporações; em grande parte por sua capacidade de operacionalizar o conceito de desenvolvimento sustentável para as atividades empresariais (Boggia, 2021). Com base nesta informação, qual a relevância de iniciativas para promover a economia circular em relação a agregação de valor à sua marca ? *

Marcar apenas uma oval.

- pouco relevante
- _____
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- _____
- muito relevante
- _____

27. Qual o posicionamento da empresa que representa, no que se refere a imagem corporativa, quanto a responsabilidade ambiental e social? *

Marcar apenas uma ova.

pouco relevante

1

2

3

4

5

muito relevante

28. Assinale três opções de reuso das cascas que você considera mais interessantes, entre as possibilidades abaixo, sugeridas com base em pesquisas científicas sobre o tema. *

Marque *todas* que se aplicam.

- Produção de biocombustíveis (catalizador na fabricação de biodiesel)
- Construção Civil (em concreto, vidros, materiais isolantes e outros)
- Saúde humana e animal (suplemento alimentar, próteses ósseas, fármacos e outros)
- Como despoluente de água, solo e ar (adsorve metais pesados)
- Como insumo para fabricação de eletroeletrônicos (baterias de lítio e semicondutores)
- Produção vegetal e correção de solo (substrato para cultivo, estabilização de solos, nutrição)
- Outro: _____

29. Entre as alternativas apresentadas, quais formas de reutilizar a casca de ovos *
lhe parece mais viável, do ponto de vista ambiental, tecnológico e econômico?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários