

ANÁLISE ENERGÉTICA NA CADEIA PRODUTIVA DO FRANGO DE CORTE EM FEIRA DE SANTANA-BA

ENERGY ANALYSIS IN THE PRODUCTION CHAIN OF BUTTER CHICKEN IN FEIRA DE SANTANA-BA

Andrezza Rodrigues Vilas Bôas de Moraes^a, Eduardo Henrique Borges Cohim^a

^aUniversidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

vbandrezza@gmail.com, edcohim@gmail.com

Submissão: 29 de outubro de 2021 Aceitação: 12 de setembro de 2022

Resumo

O consumo elevado da proteína do frango possibilitou o crescimento do número de granjas e abatedouros, além de alavancar a busca por processos produtivos mais modernos, aumentando o nível de aperfeiçoamento do setor, colocando o Brasil como o terceiro maior produtor mundial. Um mecanismo empregado para ponderar a eficiência destes sistemas de produção é o estudo da demanda energética, que determina os fluxos de energia da produção, identificando sua eficácia na conversão de energia. Diante disso este estudo teve como objetivo a análise energética do ciclo produtivo de frangos de corte no município de Feira de Santana-BA, verificando as formas de energia direta e indireta envolvidas no processo e determinando sua demanda total de energia para a produção de 1 kg de frango abatido, assim como o balanço energético. A partir dos resultados obteve-se o coeficiente energético de 18,34 MJ/kg de frango abatido, apresentando uma eficiência energética de 55% e identificando que o componente energético mais expressivo no sistema foi relativo à ração, correspondendo a 87% do total de energia demandada.

Palavras-chave: Eficiência energética; Avicultura; Produção de ração; Sustentabilidade.

Abstract

The high consumption of chicken protein has led to an increase in the number of farms and slaughterhouses, in addition to the demand for improvement and modernization of production processes on the part of the sectors, placing Brazil as the third largest world producer. A mechanism used to weigh the efficiency of these production systems is the study of energy demand, which determines the energy flows of production, identifying their efficiency in energy conversion. Therefore, this study aimed at the energy analysis of the broiler production cycle, addressing the production of feed, poultry and slaughter, in a conventional system, verifying itself as energy inputs and determining its total demand for a production of 1 kg of slaughtered chicken and the energy balance. From the results obtained, the energy coefficient of 18.34 MJ / kg of slaughtered chicken, altered an energy efficiency of 55% and identifying that the most expressive energy component in the system was related to the feed, corresponding to 87% of the total demanded energy.

Keywords: Energy efficiency; Poultry; Feed production; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte, em escala industrial, é uma das áreas produtivas do agronegócio que mais alcançou avanços no

mundo, como reflexo disso, o consumo desta proteína animal aumentou consideravelmente em diversos países emergentes e em desenvolvimento nas últimas décadas (PAULINO et al., 2019). Nesse cenário de desenvolvimento a

carne de frango é o segundo tipo de carne mais consumida no mundo, com uma produção que equivale a mais de 106 milhões de toneladas ao ano, estando atrás somente da carne suína (PINTO et al., 2015).

Entre os sistemas produtivos no setor avícola, o modelo da avicultura de corte apresenta vantagens competitivas, se sobressaindo entre as mais relevantes técnicas de confinamento, por apresentar o método com menor custo econômico, além de não prejudicar a alta eficiência na produção de proteína de origem animal, em busca de satisfazer a crescente demanda alimentar da população global (SOUSA et al., 2016). Ademais, o sistema pode apresentar várias vantagens voltadas ao curto ciclo de produção, elevado nível tecnológico atual, requerimento de menor área de produção e recursos hídricos (MENDES et al., 2012).

No Brasil a carne de frango de corte se constitui como uma das mais importantes fontes de proteína, principalmente para a parcela da população com menor poder aquisitivo, já que esta apresenta baixo custo econômico, estando atualmente como a mais consumida no país, representando aproximadamente 42,8 kg / hab ao ano, além de empregar cerca de 5 milhões de pessoas, direta e indiretamente, respondendo por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (EMBRAPA, 2019; SCHMIDT; SILVA, 2018; ABPA, 2016). Há indícios que essa crescente procura da carne de frango está vinculada, além do seu preço, ao preparo rápido e fácil, apresentar-se como uma proteína animal pobre em gordura, conter boa qualidade nutricional e devido seu consumo não possuir restrições referentes a grupos religiosos, o que atrai consumidores diversos (CORDEIRO et al., 2019).

A alta no consumo da carne de frango ao longo dos anos possibilitou o crescimento do número de granjas e abatedouros no país, além desse fato alavancar a busca por processos produtivos mais modernos e tecnológicos, aumentando o nível de aperfeiçoamento do setor, importando práticas científicas baseada em automação, a fim de assegurar a qualidade final do produto, eficiência e máximo benefício para indústria (MATTIOLI et al., 2018). Os altos índices de produtividades e modernização colocam o Brasil atualmente como o terceiro maior produtor mundial no setor avícola, com cerca de 13,26 milhões de toneladas de frango ao ano (EMBRAPA, 2019). Deste total de frangos

produzidos no Brasil 69% são destinados ao mercado interno e o restante, 31%, à exportação, mantendo o País como o maior exportador do mundo, levando tal produto para mais de 150 países (PACHECO et al., 2018; ABPA, 2019). Em vista desta relevância, este setor é constituído por um grande número de fabricantes agregados, centenas de empreendimentos beneficiadores e diversas de agências exportadoras, o que ressalva seu grande valor para o cenário nacional (ABPA, 2018).

Estreitando o cenário da avicultura para o estado da Bahia, tem-se que a avicultura aloja em média 9,5 milhões de frango / mês, possuindo a segunda maior produção do nordeste, o que soma mais de 302 mil toneladas de frangos produzidos no ano de 2019 no território baiano, essa produção põe o estado em nono lugar no ranking nacional (EMBRAPA, 2020). Os maiores produtores estão localizados nas regiões sudoeste, sul e oeste da Bahia, se destacando as regiões de Feira de Santana, Vitória da Conquista e Barreiras (SEAGRI, 2017).

Contudo, vale salientar que apesar de o frango ser um animal com rápido crescimento, este, assim como os demais animais de corte produzidos no país, geram impactos ao meio ambiente, já que o sistema faz uso de quantidades significativas de recursos naturais, como água, energia e outros, além disso, destaca-se a quantidade expressiva de efluentes que são gerados, caracterizados por apresentar elevada carga orgânica e risco de contaminação. Em vista disso, além das questões produtivas, as demandas ambientais estão se fazendo cada vez mais atuais neste ramo, com o intuito de impedir impactos e prejuízos, visando à sustentabilidade, de forma que não comprometa o crescimento da indústria agrícola (PINTO et al., 2015).

A partir dessa questão as empresas avícolas vêm criando alternativas e estratégias de controle ambiental, desenvolvendo programas que avaliam os principais aspectos ambientais do processo, buscando evitar e minimizar os impactos potenciais, além das técnicas de reuso e aproveitamento dos resíduos que ganham destaque nos dias atuais. Dentre alguns mecanismos que contribuem para esse objetivo, pode-se citar o estudo da energia utilizada em sistemas agrícolas, caracterizando-se como uma ferramenta para a avaliação da sustentabilidade e eficiência desses sistemas de produção, especialmente na ponderação das crises no setor energético.

O estudo da demanda energética aborda a determinação dos fluxos de energia, identificando sua eficácia na conversão de energia através da relação energia convertida / energia consumida e a energia necessária para produzir 1 kg de produto (VELOSO et al., 2012). Esse tipo de estudo tem estreita relação com o balanço econômico, conseqüentemente, sua relevância no ramo agropecuário vem sendo demonstrada em diversos estudos na literatura científica. Pois a atividade consome quantidades expressivas de energia, devido à necessidade constante em manter a ambiência ideal em granjas e oferecer boas condições de conforto aos animais, relacionando diretamente o sucesso ou fracasso da indústria avícola às condições ambientais e energéticas. Modificações no conforto das aves reduzem o consumo de ração afetando diretamente o desempenho produtivo, especialmente nas primeiras semanas, implicando de forma acentuada a redução do peso corporal e menor conversão alimentar até a chegada à fase de abate (SCHIASSI et al., 2015).

Esse procedimento contribui para a determinação detalhada da energia envolvida nos processos, materiais e equipamentos utilizados de maior consumo energético, indicando aqueles menos onerosos ambientalmente e a busca por opções de economia (SANTOS et al., 2004). Segundo Ebrahimi et al. (2016), se fabricantes ineficientes do ramo fossem conhecedores dos insumos responsáveis pelas maiores demandas de energia em seus processos através dessa pesquisa, estes seriam capazes de aprimorar significativamente os aspectos econômicos e energéticos.

Este estudo teve como objetivo a análise energética do ciclo produtivo de frangos de corte no município de Feira de Santana-BA, verificando as formas de energia direta e indireta envolvidas no processo e determinando sua demanda total de energia para a produção de 1 kg de frango abatido, assim como o balanço energético.

2. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado com base em estimativas de entradas de energia direta e indireta na produção de frangos de corte, envolvendo as etapas de produção de ração animal, granja e abate. O período de criação das aves do estudo compreendeu o ciclo completo de produção de frangos de 13 semanas (ou seja, 91 dias), incluindo a esse período mais 11 dias que

corresponde à preparação do galpão de produção para recebimento das aves, através da retirada da cama de frango no ciclo anterior, higienização do galpão, descanso e distribuição da nova cama de frango, somando 102 dias ao processo (EMBRAPA, 2007).

Para a análise foi considerado um aviário fictício na região rural do município de Feira de Santana, situado a 12 km do centro urbano, considerando que o município se apresenta como um dos maiores produtores baianos no setor de frangos. O município de Feira de Santana, localizado no estado da Bahia, está situado na latitude 12° 15' 24" S e longitude 37° 57' 53" W, a 234m de altitude, é o segundo mais populoso município da Bahia, com uma população estimada de 609.913 habitantes (IBGE, 2019). Centrado na região semiárida, em uma zona intermediária entre o clima úmido do litoral e o semiárido do interior, o município encontra-se na zona climática do tipo tropical subúmido seco, segundo Thornthwaite e Matther (1955), com pluviosidade anual em torno de 850 mm (SANTOS; MARTINS; SANTOS, 2018).

Feira de Santana é o segundo maior município do estado baiano, caracterizado como o mais importante entroncamento rodoviário do norte-nordeste do país, destacando sua economia nas atividades agropecuária (principalmente na criação de asininos, equinos, coelhos e frangos), no comércio, prestação de serviços e atividades industriais.

2.1 Produção da ração

Durante o processo de crescimento das aves diferentes quantidades e composições de ração são consumidas respeitando a necessidade nutricional do animal, diante disso, a mesma é dividida em três fases distintas do desenvolvimento da ave: fase inicial, fase de crescimento e fase final. Durante a produção da ração recomenda-se que o processo de mistura de ingredientes seja feito na propriedade de forma manual, utilizando formulações convencionais, com o uso de produtos e subprodutos de qualidade e baixo custo.

As informações referentes à quantidade de ração consumida por frango de corte foram obtidas no manual da Cobb (2008), observando-se a necessidade de 8 kg de ração por frango durante o processo. Na tabela 1 é indicada a composição de cada tipo de ração utilizada no estudo.

Tabela 1: Fórmula de ração sugerida pela Embrapa para frango de corte

Ingredientes da ração	Fase inicial (%)	Fase crescimento (%)	Fase final (%)
Milho grão	54,38	63,05	63,21
Farelo de soja	30,80	27,22	21,37
Farelo de trigo	10,00	4,30	12,00
Calcário calcítico	1,30	1,37	1,45
Fosfato bicálcico	1,74	1,67	1,33
Sal comum	0,40	0,41	0,41
DI-metionina	0,12	0,11	0,12
Areia lavada	1,12	1,74	0
Sal mineral	0,15	0,13	0,11
Total	100,00	100,00	100,00

Fonte: Embrapa (2007)

Para o cálculo da demanda energética requerida pelos tipos de ração foi realizada a avaliação dos coeficientes energéticos de cada ingrediente, obtidos por meio de pesquisas na literatura científica, conforme Tabela 2.

2.2 Criação das aves

Existe atualmente uma grande variedade de modelos de galpões e modelos de criação, desde ao mais simples, como o conhecido frango caipira de quintal, até os mais tecnológicos, com climatizadores, ventiladores, fornalhas, geradores, automação e etc. No atual estudo buscaram-se estruturas e técnicas mais simplificadas, mas que comportassem um número

significativo de aves durante o ciclo. Em vista disso, o galpão para criação das aves foi dimensionado e elaborado a partir de bibliografia especializada (UNESP, 2015; ALBINO et al., 2009; AMARAL; HENRIQUE, 2009), adotando local com área total de 200 m², possibilitando comportar 10 aves / m², totalizando 2 mil frangos por ciclo produtivo. Cada ave chega à granja com aproximadamente 46,5 g e apresenta peso médio de 2,9 kg ao final do processo de criação.

Na Tabela 3 são mostradas mais informações sobre o dimensionamento do galpão, construído com blocos de alvenaria, telhado cerâmico, suportado por pilares de concreto e presença de cortinas laterais de lona.

Tabela 2: Coeficientes energéticos correspondentes aos ingredientes necessários para a produção de ração.

Ingredientes	Coeficiente energético	Fonte
Milho grão	2,52 MJ/kg	Cunha et al., 2015
Farelo de soja	2,25 MJ/kg	Ferreira; Neumann; Hoffmann, 2014
Farelo de trigo	4,2 MJ/kg	Ferreira; Neumann; Hoffmann, 2014
Calcário calcítico	0,32 MJ/kg	Moreira et al., 2005
Fosfato bicálcico	10 MJ/kg	Ramedani et al. 2019
Sal comum	0,38 MJ/kg	Frorip et al., 2012
DI-metionina	89,82 MJ/kg	Mosnier et al., 2011
Areia lavada	0,09 MJ/kg	Souza, 2017
Sal mineral	1,09 MJ/kg	Ramos et al., 2014

Fonte: Autores (2021)

**Tabela 3: Dados construtivos do galpão
Para produção de frango de corte**

Dados do galpão (200 m ²)	
Largura (m)	10,0
Comprimento (m)	20,0
Pé direito (m)	4,2
Beiral (m)	1,0

Fonte: Autores (2021)

Para a etapa de instalação do galpão foi realizada a estimativa da quantidade de energia

utilizada para a sua construção através da pesquisa dos coeficientes energéticos na literatura e tabulação dos valores. Para averiguação da energia demanda apenas no período desse estudo considerou-se a depreciação da energia ao longo de sua vida útil, analisado 102 dias de uso do galpão, e vida útil de 20 anos da estrutura. Na Tabela 4 são apresentados os componentes, quantidades e valores energéticos adotados para construção do espaço.

Tabela 4: Entradas de energia, seus respectivos coeficientes e consumos energéticos referentes a construção do galpão avícola

Entrada	Quantidade	Valor unitário de energia (MJ)	Entrada de energia (MJ)	Fonte
Bloco cerâmico	9720 kg	3,89	37896,336	Sposto; Paulsen, 2014
Telhas cerâmicas	9250 kg	5,4	49950,00	Sposto; Paulsen, 2014
Argamassa	2645 kg	2,09	5551,326	Murta et al., 2009
Tinta	70 L	61	4270,392	Tavares, 2006
Tela de aço	247 kg	33,83	8357,590	Tavares, 2006
Lona de polietileno	51 kg	129,96	6627,96	Souza et al., 2009
Madeira	2407 kg	13,57	32667,804	Teodoro, 2017
Tubo PVC	45 m	43,2	1944,00	Marinoski et al., 2012
Pedreiro	640 h	1,63	1046,016	Caldeira, 2016
Ajudante	640 h	1,68	1078,272	Caldeira, 2016
Caixa d'água de fibra de vidro	35 kg	45,3	1586,214	Matiolli et al., 2018
TOTAL:			151000	

Fonte: Autores (2021)

Na fase de criação são necessários cerca de 20,7 L de água por frango para consumo (EMBRAPA, 2007). O abastecimento de água no galpão é feito por meio de poço artesiano, distribuído por gravidade. Diante disso é necessária a utilização de uma caixa d'água elevada com tampa ao lado externo para armazenamento em local sombreado. O sistema deve garantir água fresca, limpa, tratada com cloro ativo, para que fique isenta de microrganismos patogênicos. Assim, em vista disso, será realizado o tratamento com o uso de cloro ativo (ALBINO et al., 2009).

Para cama de frango foi utilizado a substrato maravalha de pinus, composta por raspas de madeira, obtida em sistemas industriais ou através do beneficiamento de madeira na produção de móveis. Indicada como o melhor produto para cobertura do piso do galpão,

evitando o contato direto das aves com o piso, absorvendo a umidade do ambiente e reduzindo oscilações de temperatura, recomendando-se o uso de 500 a 600 kg por 1.000 aves, calculando para o atual estudo 1000 kg por ciclo. Neste material são depositados fezes, urina, resíduos de ração e outros, para isso considerou-se uma deposição média de 2,5 kg de dejetos por frango na cama de aviário durante o processo produtivo para o cálculo da saída de composto orgânico ao final do processo produtivo (MATTIOLI et al., 2018), resultando em 5 toneladas de dejetos que serão somados a 1 tonelada de cama, que serão reaproveitados como fertilizante agrícola.

O sistema de iluminação artificial é usado na granja para aumentar o período diário de luz e assim induzir a ingestão de alimentos, resultando no maior ganho de peso das aves. Por meio do cálculo realizado foi estabelecido o uso de 20

lâmpadas de 25 W do tipo incandescente, instaladas a 2,5 m de altura e em duas fileiras no galpão, com o uso diário de 8 horas, a fim de fornecer 20 horas de iluminação para as aves durante todo o dia. Para a mão de obra local estabeleceu-se o trabalho diário de dois funcionários por oito horas, somando 1.632 horas de trabalho em todo o processo produtivo dos frangos de corte.

Os insumos veterinários foram estipulados a partir das vacinas obrigatórias ao longo da produção de frango, aplicando-se oito vacinas de 0,5 ml cada (EMBRAPA, 2006).

As estimativas das quantidades de energia referentes à mão-de-obra, instalações e insumos

foram realizadas utilizando-se dos coeficientes energéticos obtidos na literatura descritos na Tabela 5.

Para o cálculo da distância foram analisados os locais de fabricação ou extração próximos ao município de Feira de Santana dos respectivos materiais, considerando a distância de ida e volta (Tabela 6). A energia gasta com o transporte foi calculada a partir do produto entre a densidade do diesel, o seu poder calorífico e a quantidade de combustível consumida no transporte. Considerou-se o poder calorífico do diesel como 10 kcal / kg e a densidade como 0,84 kg / L.

Tabela 5: Componentes das entradas energéticas em galpão de frango de corte e seus respectivos coeficientes energéticos.

Entrada	Coeficiente energético	Fonte
Pinto	21,94 MJ / kg	Matiolli et al., 2018
Água	2,55 MJ / L	Santos; Lucas Júnior, 2004
Cloro	11,73 MJ / kg	Ferreira et al., 2016
Cama de frango	7,79 MJ / kg	Matiolli et al., 2018
Insumos veterinários	725,25 MJ / L	Ramos et al., 2014
Eletricidade	5,65 MJ / k Wh	Matiolli et al., 2018
Mão de obra	0,47 MJ / h	Santos; Lucas Júnior, 2004

Fonte: Autores (2021)

Tabela 6: Locais de produção e/ou fabricação dos insumos necessários para a produção de aves, distância destes até município de Feira de Santana - BA, gasto de combustível e demanda energética.

Matéria-prima	Produção/extração	Distância (Km)	Combustíveis (L)	Energia (MJ)
Milho	Feira de Santana/BA	14	5,6	205,24
Trigo	Mucugê/BA	690	276	10115,64
Soja	Barreiras/BA	1524	609,6	22342,38
Calcário calcítico	Salvador/BA	244	16,05	539,31
Fosfato bicálcico	Camaçari/BA	208	13,68	459,74
Sal	Feira de Santana/BA	30,4	2,00	67,19
Areia lavada	Camaçari/BA	208	13,68	459,74
Sal mineral	Feira de Santana/BA	30,4	2,00	67,19
Maravalha	Feira de Santana/BA	13,7	2,74	100,4
Chapas metálicas	Feira de Santana/BA	23,4	4,68	171,5
Frangos	Feira de Santana/BA	20	8	293,21

Fonte: Autores (2021)

2.3 Abatedouro

Para a etapa de abate considerou-se um frigorífico instalado no município de Feira de Santana-BA a 10 km da granja. Nesse processo é necessário 0,3 kWh de energia elétrica para seu abate e processamento de 1 kg de frango, neste valor leva-se em consideração também a refrigeração para armazenamento do produto (SILVA et al., 2014).

O abate é constituído por diferentes fases, que vão desde a chegada das aves no local onde serão abatidas, até o transporte do produto final. Na higienização e processos relacionados ao abate de aves é recomendado pela Inspeção Federal do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), seguindo normas estabelecidas pela Portaria N° 210 de 10 de novembro de 1998 do Ministério da Agricultura e Abastecimento, o gasto de 30 litros de água por frango. Esse volume corresponde à água demandada desde a entrada até a expedição do produto final, inclusive abrangendo atividades secundárias de indústria e funcionários, como lavadeira, refeitório, caldeiras e outros.

O peso médio do frango antes do abate é de 2,9 kg. Após o abate e processamento do animal tem-se cerca de 72% do seu peso constituído pela carcaça, 13% de vísceras comestíveis e os 15% restante de sangue, penas, vísceras não comestíveis, cabeça, gorduras que são destinados à produção de farinha que podem ser adicionados na ração de outros animais (SILVA et al., 2011).

2.4 Balanço energético

O balanço energético foi calculado levando em consideração todas as entradas de energia do sistema. Em seguida as quantidades foram convertidas em unidades de energia, obtendo-se a quantidade total de energia correspondente à produção.

O coeficiente de eficiência energética (η) foi estimado por meio da razão entre a energia convertida e a energia consumida pelo agrossistema (QUESADA; BEBER; SOUZA, 1987), segundo a eq. (1):

$$(\eta) = \frac{\sum E_{\text{Convertida}}}{\sum E_{\text{Entrada}}} \quad (1)$$

Em que,

$\sum E_{\text{Convertida}}$ = \sum das energias convertidas no processo de produção, e

$\sum E_{\text{Entrada}}$ = \sum das energias direta e indireta consumida no processo de produção.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 trás o fluxograma do ciclo produtivo do frango de corte com suas determinadas entradas e saídas correspondentes às três etapas estudadas: produção da ração animal, granja e abate, apresentando como saída desse processo 1 kg de frango abatido.

Como resultado do estudo da demanda energética tem-se a tabela 7, exibindo os componentes relativos à entrada de energia requerida em cada item necessário às fases da produção, demonstrando ao final a demanda total de energia do ciclo produtivo.

A principal fonte de entrada de energia do sistema corresponde à produção de ração para alimentação dos animais, representando 87% do total (Figura 1). Esse valor corrobora com o encontrado por diversos estudos referentes à produção animal, como na análise feita por Santos e Lucas Júnior (2004), em trabalho com frangos de corte, apontando a ração como o componente de maior aporte de energia no processo, 86,5%, onde os autores também abordaram uma ração para cada fase produtiva (pré-inicial, inicial, engorda e final) destacando-se como o principal item limitante no que se refere à energia nos modelos de produção de proteína animal.

Em estudo similar, com produção de suínos, Veloso et al. (2012) identificaram que a energia direta via ração corresponde a 80,57% do total. Valor próximo ao observado por Lammers et al. (2012), correspondendo a 81,02% das entradas de energia direta provenientes da alimentação, também trabalhando com suínos. Conforme a literatura essa etapa da produção representa o principal ponto limitante dos sistemas de produção agrícolas animal no que diz respeito à energia nos sistemas estudados, apresentando-se também como a maior fonte de impactos ambientais da produção avícola (CHERUBINI et al., 2014).

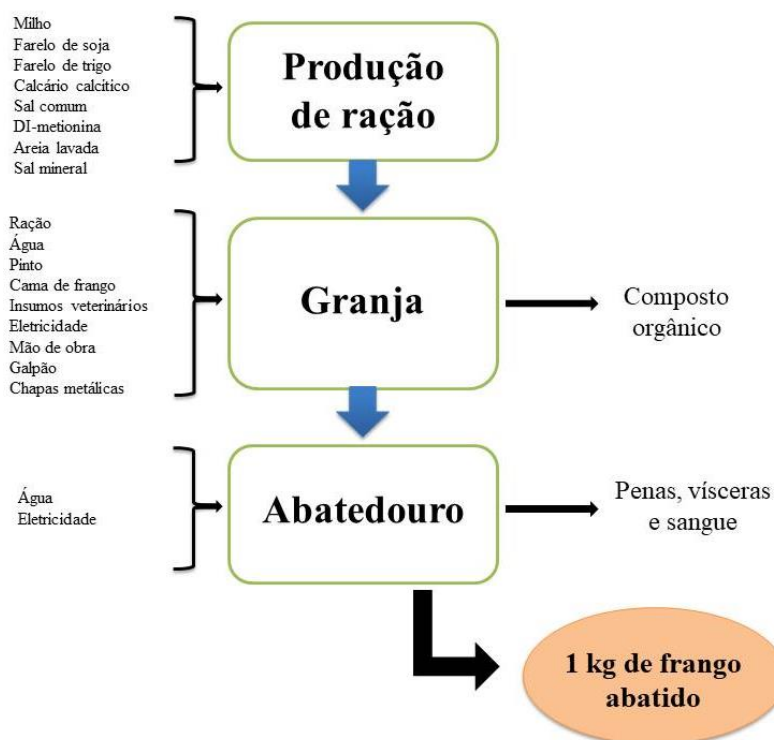
O tipo de ração que apresentou maior demanda energética foi à ração final (41%), devido à maior quantidade necessária que deve ser produzida para alimentação dos animais (Figura 2). E entre os insumos requeridos para essa produção o milho se destaca, pois ele representa 57% da demanda energética entre os

insumos, também justificado por refletir maior volume na mistura, cerca de 5 kg do total consumido por animal, 62%.

O processo produtivo e o transporte na produção de ração consomem recursos naturais, liberam emissões de CO₂, interfere na qualidade da água, do solo e biodiversidade, isso provoca impactos em diversas categorias ambientais. Pacheco et al. (2018) demonstraram no estudo desenvolvido sobre o desempenho ambiental da

produção de ração para frangos de corte no estado do Piauí que os maiores impactos acontecem no cultivo dos grãos em fazendas, sobretudo na produção de milho e soja, devido ao desmatamento provocado com a implantação dessas lavouras, da liberação de metais e nutrientes derivados de fertilizantes e, ainda, do uso de elementos sintéticos para o controle de pragas e ervas daninha.

Figura 1: Fluxograma do processo produtivo do frango de corte.



Fonte: Autores (2021)

Em segundo lugar para fonte de entrada de energia no sistema está a granja com 11%. Nessa etapa se destaca a contribuição exercida pela cama de frango, que representa 34% da demanda, insumos veterinários com 19% e eletricidade 13%.

O estudo de Arrieta e Gonzáles (2019) referente à análise da energia demandada em sistemas produtivos de frangos na Argentina também demonstra uma expressiva porcentagem na demanda de energia no uso de combustível para transporte, representando 27%. Outro cenário foi demonstrado por Heidari et al. (2011) em granjas de produção de frangos de corte no Irã onde a fonte de entrada de energia do diesel também se destacou representando 59,2%, mas este era utilizado para o aquecimento do

ambiente da produção estudada e no uso de maquinários.

Observa-se que, em algumas situações, determinadas entradas de energia podem representar pouco em termos percentuais no balanço energético, como é o caso da água, trabalho humano e transporte.

A partir da análise da energia demandada para produção de ração e na granja, verificou-se que a quantidade de energia necessária para produzir 1 kg de frango vivo para abate é de 17,7 MJ. Alguns outros estudos presentes na literatura apresentam um valor maior no kg de frango vivo, a exemplo do trabalho de Mattioli et al. (2018), onde obteve-se um valor de 35,55 MJ/kg, valor superior ao encontrado no presente trabalho. Assim como o demonstrado por Silva et al.

(2014), nesta mesma linha de análise energética da produção de frangos de corte no Brasil, de 35,6 MJ/kg. Nesses dois estudos citados obteve-se um valor maior, cerca de 14,8 MJ, em vista da alta entrada de equipamentos como tratores, caminhões, fornalhas para aquecimento a lenha,

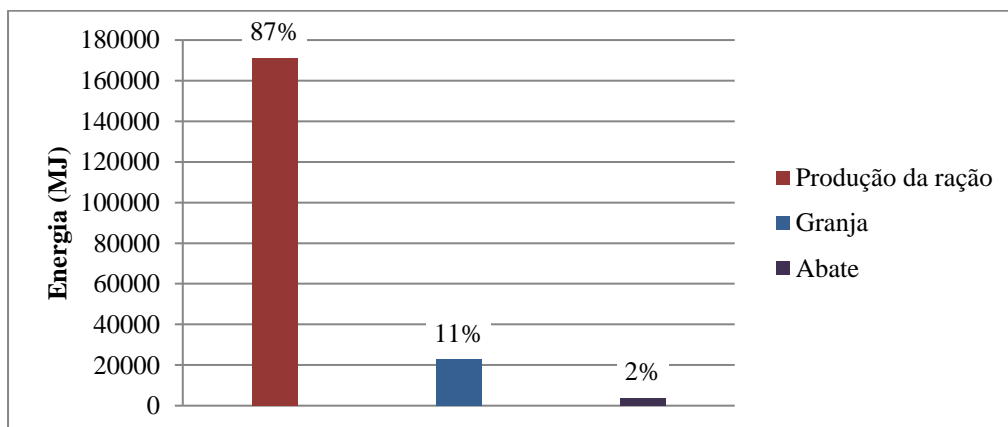
sistemas automatizados para alimentação, geradores elétricos, diesel e lubrificantes, apresentando-se como processos extremamente automatizados, que são extremamente dependentes de energia.

Tabela 7: Demanda de energia no sistema de produção de frango de corte em um ciclo com 2000 frangos.

Fase de produção	Entrada	Unidade	Quantidade	Consumo unitário (MJ/und)	Demanda energética (MJ)
Produção da ração	Ração inicial	kg	2110	2,9	6161,2
	Ração de crescimento	kg	6770	9,0	60794,6
	Ração final	kg	7040	9,9	69977,6
	Transporte insumos				34256,5
Parcial 1:					171189,9
Granja	Galpão	m ²	200	10,9	2187,4
	Cama de frango	kg	1000	7,8	7794,0
	Chapas metálicas	kg	69,52	33,8	2352,3
	Pintos	kg	93	21,9	2040,6
	Água	L	41660	0,0	106,3
	Insumos veterinários	L	6	725,3	4351,5
	Eletricidade	kWh	508	5,6	2869,4
	Trabalho humano	h	1632	0,5	767,0
Transporte insumos				271,9	
Parcial 2:					22740,5
Abate	Eletricidade	kWh	600	5,6	3389,0
	Água	L	60000	0,0	153,1
	Transporte frango para abate				293,2
Parcial 3:					3835,4
Demanda energética total:					197765,8

Fonte: Autores (2021)

Figura 2: Energia demandada em cada etapa da produção de frango de corte.



Fonte: Autores (2021)

Para o abate do animal são necessários apenas 0,66 MJ por quilograma de frango, onde 88% desse valor são representados pela entrada de eletricidade, 8% para o transporte do frango até o abatedouro e 4% da água, totalizando, ao somar com a etapa de abate, 18,34 MJ por quilograma de frango abatido. Esse valor obtido apresenta-se estar de acordo com o intervalo de consumo energético apresentado por diversos autores para a produção de 1 kg de frango abatido, que é entre 16 e 36 MJ (Skunca et al., 2018; Cesari et al., 2017; Grandi et al., 2012). Além da demanda energética destacada nesse estudo, no processo de abate a emissão de efluentes gasosos se destaca, causada principalmente pela queima ineficiente de combustíveis fósseis nas caldeiras para a geração de vapor, ocasionando a emissão de óxido de enxofre e nitrogênio, material particulado, monóxido de carbono e gás carbônico (PINTO et al., 2015).

Cherubini et al. (2014) ao estudar a avaliação do ciclo de vida na produção de suínos no Brasil apresentavam valores energéticos finais semelhantes ao obtidos no atual estudo, demonstrando que para a produção de 1kg de carcaça de suíno são necessários 21,5 MJ,

realizando o aproveitamento dos dejetos gerados no processo em biodigestores e compostagem. Esse valor tão semelhante é devido os autores terem utilizado um sistema produtivo simplificado sem entrada de maquinários como tratores e climatizadores ou aquecedores, semelhante ao estudo atual.

As principais saídas de energia do sistema de produção avícola são referentes aos frangos de corte abatidos (90411 MJ), resíduos do abate (15955 MJ) e a ao composto orgânico (91400 MJ) que corresponde à cama de frango após o uso no processo (Tabela 8).

Ao consumir 1 kg de frango o ser humano adquire 10,1 MJ (TBCA, 2021), valor bem inferior à energia que é demandada para a produção, de 18,34 MJ, resultando em uma eficiência energética de 0,55 ou 55%. Fato semelhante ao encontrado por Veloso et al. (2012), com eficiência de 41% na produção de suínos, se enquadrando nas características de um agroecossistema industrial, altamente especializado. Além desde, Souza et al. (2009) encontraram uma eficiência menor, de 0,31 para produção de suínos com aproveitamento de dejetos.

Tabela 8: Indicadores de entradas e saídas do processo, eficiência energética e energia final investida para produção de 1 kg de frango abatido.

Indicadores	Energia (MJ)
Entrada	
Produção de Ração	171190
Granja	22741
Abate	3835
Saídas	
Composto orgânico	91400
Frangos abatidos	90411
Penas, sangue, vísceras	15955
Eficiência energética	0,55
Energia investida em 1 kg de frango abatido	18,34

Fonte: Autores (2021)

Tal valor tão baixo pode ser em decorrência do grande volume de ração que é consumida pelas aves, pois para a produção de 1 kg de frango vivo são ingeridos 2,7 kg de ração, correspondendo alta taxa energética. Em vista disso, é necessário desenvolver dietas ou tecnologias para maior conversão alimentar ou menores gastos com ração, garantindo maiores incrementos na produção.

Como visto, a avicultura possui um alta demanda energética, porém produz resíduos com considerável potencial energético, como a cama de frango, onde muitos estudos indicam o sucesso da sua inserção como adubo orgânico na agricultura. Na literatura encontra-se diversos exemplos dessa tática, como o uso do composto na produção agrícola da cana de cana-de-açúcar (GUIMARÃES et al., 2016), mandiocinha (HEID

et al., 2015), soja (PASSOS; REZENDE; CARVALHO, 2014), eucalipto (VIEIRA; WEBER, 2016), gravioleira (ANDRADE et al., 2014), produção de mudas florestais (FARIA et al., 2016; VIEIRA; WEBER, 2015), e tantos outros. Vale ressaltar que essa prática de retorno dos resíduos orgânicos ao sistema solo-panta auxilia na redução da demanda energética das produções agrícolas, devido à redução da produção e aplicação dos fertilizantes inorgânicos, estes que consomem elevada quantidade de energia nos campos (HARVEY, 2010).

Recentemente, tem ocorrido o aumento do interesse também na produção de eletricidade a partir da cama de frango excedente, direcionada para geração de calor e eletricidade ou o processos de combustão, pirólise, ou gaseificação (DALÓLIO et al., 2017). A energia gerada pode ser aplicada no próprio meio rural para desenvolvimento da atividade avícola, elevando a eficiência energética local.

Os resíduos do abate, como penas, vísceras, ossos e sangue, dá-se origem a diversas fontes de farinha de origem animal, produto resultante da cocção, prensagem e moagem dos subprodutos, utilizado especialmente na alimentação animal desde que processados corretamente (BUTOLO, 2010). Essa alternativa que vem manifestando variados benefícios, em termos econômicos e ambientais, pois podem trazer vantagens nutricionais na formulação das rações, apresentando alto teor de proteína bruta com boa digestibilidade de aminoácidos essenciais (DIANA et al., 2020). Destacam-se também os produtos gordurosos, produzidos em conjunto com as farinhas, utilizando as mesmas matérias-primas e máquinas, porém com rendimento de 20% quando originário das vísceras de aves e 5% do resíduo da carne mecanicamente separada. Essa nova fonte de insumos para ração animal também pode representar uma alternativa para diminuição dos encargos energéticos da ração, tanto energético como ambientais.

Visto como alternativas e estratégias de controle ambiental, ajudando a evitar e minimizar os impactos, a partir das técnicas de reuso e aproveitamento dos resíduos, de forma a disponibilizar essa energia, poderia contribuir para um equilíbrio energético nas operações que se desenvolvem dentro do galpão ou em outros processos produtivos.

4. CONCLUSÃO

O sistema produtivo do frango de corte, além de grande importância no território nacional é caracterizado por desempenhar diversos impactos ao meio ambiente. A partir da análise energética do sistema verificou-se uma quantidade média de energia requerida para produzir 1 kg de frango abatido no sistema estudado de 18,34 MJ.

Esse estudo confirmou estudos anteriores, indicando que o componente energético mais expressivo no sistema foi relativo à ração, correspondendo a 87% do total de energia demandada, ressaltando a forte parcela dessa etapa também nos impactos. As entradas menos expressivas se referem à entrada de água e mão de obra na etapa do galpão.

Após avaliação da eficiência energética, por meio da razão entre a energia convertida e a energia consumida pelo agrossistema, obteve-se um valor de 55%, valor encontrado em agroecossistemas industriais altamente especializados. Contudo, existem diversas táticas para o aumento da eficiência energética na produção, como através do reaproveitamento dos resíduos orgânicos para produção de energia e em seguida aplicação do composto resultante do processo na adubação orgânica.

Portanto, novos estudos são necessários para aumentar os dados disponíveis na literatura sobre eficiência energética das atividades agrícolas, principalmente no setor da avicultura, já que é a carne mais consumida no país. Contribuindo com a melhor eficiência do sistema em termos energéticos, almejando uma produção mais equilibrada e sustentável, evitando-se riscos ao meio ambiente.

Pois, atualmente a produção de alimentos simboliza um dos maiores entraves da sociedade para alcançar a sustentabilidade mundial do século XX, em uma vertente, se almeja altas produções que abasteçam a demanda populacional e, em outra, existe a primordialidade de zelo com a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- [1] ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2016**. ABPA, 2016. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

- [2] ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2018**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.
- [3] ABRA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM ANIMAL. **Anuário Abra 2019**: Setor de reciclagem animal. 2019. 112 p.
- ABRA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM ANIMAL. **ABPA**: projeta forte aumento da exportação de carne de frango e suína em 2019. Disponível em: <http://abpa-br.org/abpa-projeta-forte-aumento-da-exportacao-de-carne-de-frango-e-suina-em-2019/>. Acessado em: 15 set. 2021.
- [4] ALBINO, J. J.; BASSI, L. J.; SAATKAMP, M. G.; LORENZET, A. L. **Construção de aviários para produção de frangos de corte em sistemas alternativos em pequena escala**. Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2009. 22 p.
- [5] AMARAL, E. S.; HENRIQUE, H. **Sistema de criação de frango de corte**. 3. ed. Brasília: EMATER, 2009. 76 p.
- [6] ANDRADE, B. A.; MELO, B.; SILVA, A. A.; SOUZA, C. H. E. Recipientes e proporções de cama de frango na produção de mudas de gravioleira. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v 9, n. 5, p. 116 - 123, dez, 2014.
- [7] ARRIETA, E. M.; GONZÁLEZ, A. D. Energy and carbon footprints of chicken and pork from intensive production systems in Argentina. **Science of the Total Environment**, v.673, p. 20–28, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.002>
- BRASIL. **Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998**. Brasília. 1998.
- [8] BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2ª ed. Campinas: CBNA, 2010. 430p.
- [9] CALDEIRA, D.; SPOSTO, R.; CALDAS, L. **Avaliação do ciclo de vida energético de telha termoacústica com poliestileno expandido e telha cerâmica tipo plan em edificação unifamiliar**. ENTAC, 2016.
- [10] CESARI, V., ZUCALI, M., SANDRUCCI, A., TAMBURINI, A., BAVA, L., TOSCHI, I. Environmental impact assessment of an Italian vertically integrated broiler system through a Life Cycle approach. **J. Clean. Prod.**, v.143, p.904-911, 2017.
- [11] CHERUBINI, E.; ZANGHELINI, G. M.; ALVARENGA, R. A. F.; FRANCO, D.; SOARES, S. R. Life cycle assessment of swine production in Brazil: a comparison of four manure management systems. **Journal of Cleaner Production**, p. 1-10, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.0350959-6526>.
- [12] COBB. **Manual de manejo de frangos de corte**. COBB, 2008.
- [13] CORDEIRO, A. F.; NÃÃS, I. A.; GARCIA, S.; DUARTE, G. T. Pegada ecológica e perfil do consumidor da carne de frango. **Revista Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 121-127, 2019.
- [14] CUNHA, J. P. B.; CAMPOS, A. T.; MARTINS, F. G. L.; PAULA, V. R.; VOLPATO, C. E. S.; SILVA, F. C. Demanda energética de diferentes manejos de solo no cultivo de milho. **Biosci J.**, v. 31, n. 3, p. 808-817, 2015.
- [15] DALÓLIO, F. S.; SILVA, J. N.; BAÊTA, F. C.; TINÓCO, I. F. F.; CARNEIRO, A. C. O. Cama de frango e resíduo moveleiro: alternative energética para a zona da mata mineira. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 3, p. 261-271, 2017.
- [16] DIANA, T. F.; PINHEIRO, S. R. F.; RAMOS, K. M.; SANTOS, A. S. Inclusão de farinha de penas em dietas com redução de proteína e aminoácidos para codornas de corte. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6833>.
- [17] EBRAHIMI, S.; GUNDOSHMIAN, T. M.; ABDI, R.; JADIDI, M. R. Energy efficiency improvement for broiler production using nonparametric techniques. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v.18, p.121-132, 2016.
- [18] EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações básicas para manejo de frango de corte colonial**. Concórdia: Embrapa, 2006.
- [19] EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Balço energético de um sistema integrado lavoura-pecuária no cerrado**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2007.
- [20] EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estatística: Desempenho da produção de aves**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 20 de mar. de 2021.
- [21] EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estatística: frango de corte**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acesso em: 09 de jun. de 2021.

- [22] FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1075-1086, out.-dez., 2016.
- [23] FERREIRA, T. F.; GUIMARÃES, P. R. B.; SOUZA, T. A.; BARBOSA, D. Impacto da Qualidade da Energia Elétrica em um Processo de Produção de Cloro e Soda Cáustica. In: VI Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, Natal, RN, 2016. **Anais...**, Natal, RN, 2016.
- [24] FERREIRA, F. F.; NEUMANN, P. S.; HOFFMANN, R. Análise da matriz energética e econômica das culturas de arroz, soja e trigo em sistemas de produção tecnificados no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 380-385, 2014.
- [25] FRORIP, J.; KOKIN, E.; PRAKS, J.; POIKALAINEN, V. Energy consumption in animal production – case farm study. **Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue**, n. 1, p. 39-48, 2012.
- [26] GUIMARÃES, G.; LANA, R. P.; REI, R. S.; VELOSO, C. M.; SOUSA, M. R. M.; RODRIGUES, R. C.; CAMPOS, S. A. Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.17, n.4, p.617-625 out./dez., 2016.
- [27] HARVEY, L. D. D. Energy efficiency and the demand for energy services. London: Earthscan, 2010.
- [28] HEID, D. M.; ZÁRATE, N. A. H.; TORALES, E. P.; LUQUI, L. L.; MORENO, L. B.; CARNEVALO, T. O.; VIEIRA, M. C.; AMARILA, I. R. Seedling size and broiler litter composition affect Peruvian carrot productivity and profitability. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.2, e5631, 2019.
- [29] HEIDARI, M. D.; OMID, M. AKRAM, A. Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms. **Energy**, n. 36, p. 3536-6541, 2011. DOI:10.1016/j.energy.2011.09.011
- [30] IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em síntese**. 2019. Disponível em: cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/feira-desantana/panorama. Acesso em: 11 mai 2021.
- [31] LAMMERS, P. J.; KENEALY, M. D.; KLIEBENSTEIN, J. B.; HARMON, J. D.; HELMERS, M. J.; HONEYMAN, M. S. Energy use in pig production: An examination of current Iowa systems. **Journal of Animal Science**, v.90, p.1056-1068, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3782>
- [32] MARINOSKI, A.K.; GHISI, E.; VIEIRA, A.S.; MENDES, T.; BITTENCOURT, D.L. Viabilidade ambiental de sistemas alternativos de água utilizando análise de ciclo de vida. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 9., 2012. **Anais...** Juiz de Fora, 2012, p. 1963-1971.
- [33] MATTIOLI, M. C.; CAMPOS, A. T.; YANAGI JUNIOR, T.; MARIN, D. B.; EUGÊNIO, T. M. C. COSTA JUNIOR, J. E. V. Energy analysis of broiler chicken production system with darkhouse installations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 9, p. 648-652, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p648-652>.
- [34] MENDES, L.B.; TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; SARAZ, J. A. O. O ciclo do nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma revisão. **Pubvet**, v. 6(20): 1-25, 2012.
- [35] MOREIRA, C. R.; GÜERRINI, I. A.; BIAGGIONI, M. A. M.; VAZ, C. M. P. Avaliação energética do cultivo de eucalipto com e sem composto de lixo urbano. **Energ. Agric.**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 1-19, 2005.
- [36] MOSNIER, E.; VAN DE WERF, H. M. G.; BOISSY, J.; DOURMAD, J. Y. Evaluation of the environmental implications of the incorporation of feed-use amino acids in the manufacturing of pig and broiler feeds using Life Cycle Assessment. **Animal**, v. 5, n. 12, p. 1972-1983, 2011.
- [37] MURTA, A.; TEIXEIRA, C.; VARUM, H.; BENTES, I.; PINTO, J. Estudo do ganho energético associado à construção de uma habitação unifamiliar com recurso a materiais naturais no contexto português. CD do VIII Seminario Iberoamericano de Construcción com Tierra (VIII SIACOT) e do II Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción com Tierra (II SAACT). Editor: CRIATIAAC – FAU – UNT. Junho de 2009. Tucumán, Argentina. ISBN EN TRÂMITE. p. 151-161.
- [38] PACHECO, J. C.; NETO, J. M. M.; SILVA, E. A. Desempenho ambiental da produção de ração para frango de corte no Piauí. **Eng. Sanit. Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 707-7016, 2018.
- [39] PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. R. Cama de frango, esterco de curral e pó de carvão no estado nutricional da soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014 422, 2014.
- [40] PAULINO, M. T. F.; OLIVEIRA, E. M.; GRIESER, D. O.; TOLEDO, J. B. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: Revisão. **PUBVET**, v.13, n.2, a280, p.1-14, Fev., 2019.

- [41] PINTO, L. A. M.; PINTO, M. M.; BOVO, J.; MATEUS, G. A. P.; TAVARES, F. O.; BATISTA, A. T. A.; HIRATA, A. K. Aspectos ambientais do abate de aves: uma revisão. **Revista UNINGÁ**, v. 22, n. 3, p. 44-50, 2015.
- [42] QUESADA, G.M.; BEBER, J.A.C.; SOUZA, S.P. Balanços energéticos: uma proposta metodológica para o Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.39, n.1, p.20-28, 1987.
- [43] RAMEDANI, Z.; ALIMOHAMMADIAN, L.; KHEIALIPOUR, K.; DELPISHEH, P.; ABBASI, Z. Comparing energy state and environmental impacts in ostrich and chicken production systems. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 27, p. 28284-28293, 2019.
- [44] RAMOS, M. C.; CAMPOS, A. T.; JÚNIOR, T. Y.; SILVA, K. C. P.. Sustentabilidade na produção de leite: balanço energético em sistema intensivo de produção com visão focada nos processo. **Eng Agrícola**, n. 34, v. 3, p. 473-484, 2014.
- [45] SANTOS, R. S.; MARTINS, D. L.; SANTOS, R. L. Balanço hídrico e classificação climática de Koppen e Thornthwaite no município de Feira de Santana (BA). **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 33, e, 34159, 2018.
- [46] SANTOS, T. M. B.; LUCAS JÚNIOR, J. Balanço energético em galpão de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v.24, p.25-36, 2004.
- [47] SCHIASSI, L.; JUNIOR, T. Y.; FERRAZ, P. F. P.; CAMPOS, A. T.; SILVA, G. R.; ABREU, L. H. P. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.390-396, maio/jun. 2015.
- [48] SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil. **RESR**, Piracicaba-SP, Vol. 56, Nº 03, p. 467-482, Jul./Set. 2018.
- [49] SEAGRI. SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, IRRIGAÇÃO, PESCA E AQUICULTURA. **Sinópsis da avicultura e suinocultura baiana**. 2017. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/sinopse%20avicultura%20e%20suinocultura%20%281%29.pdf>. Acesso em: 09 de mar de 2021.
- [50] SILVA, E. P.; LIMA, M. B.; RABELLO, C. B.; LUDKE, J. V.; ALBINO, L. F. T.; SAKOMURA, N. K. Aspectos nutricionais de farinhas de vísceras de aves e sua utilização em rações de frango de corte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.2, p.108-118, 2011.
- [51] SILVA, V. P.; WERF, H. M. G.; SOARES, S. R.; CORSON, M. S. Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. **Journal of Environmental Management**, n. 133, p. 222-231, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.011>
- [52] SKUNCA, D.; TOMASEVIC, I; NASTASIJEVIC, I; TOMOVIC, V. DJEKIC, I. Life cycle assessment of the chicken meat chain. **Journal of Cleaner Production**, n. 184, p. 440-450, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.274>
- [53] SOUSA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULA, M. O.; SILVA, A. L. Medidas para minimizar a emissão de amônia na produção de frangos de corte: revisão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n.1, p.51-61, 2016.
- [54] SOUZA, L. P. **Uso integrado das ferramentas de análise do ciclo de vida e de análise do custo do ciclo de vida em pavimentação**. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- [55] SOUZA, C. DE V.; CAMPOS, A. T.; BUENO, O. DE C.; SILVA, E. Análise energética em sistema de produção de suínos com aproveitamento dos dejetos como biofertilizante em pastagem. **Engenharia Agrícola**, v.29, p.547- 557, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000400005>
- [56] SPOSTO, R. M.; PAULSEN, J. S. Energia incorporada em habitações de interesse social na fase de pré-uso: o caso do programa minha casa minha vida no Brasil. **Oculum Ens.**, v. 11, n. 1, p. 38-50, 2014.
- [57] TBCA. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. **Composição química: informação estatística**. Disponível em: http://www.tbca.net.br/base-dados/composicao_estatistica.php. Acesso em: 20 de mar de 2021.
- [58] TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Tese (Doutor em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- [59] TEODORO, M, I, T, M. **Energia embutida na construção de edificações no Brasil**: contribuições para o desenvolvimento de políticas públicas a partir de um estudo de caso em Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- [60] THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**, New Jersey, Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
- [61] UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Instalações e equipamentos para**

frangos de corte. 2015. Disponível em:

https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/NILVAKAZUESAKOMURA/aula-4_instalacoes-e-equipamentos-para-frangos-de-corte.pdf Acesso em: 04 de abril de 2021.

[62] VELOSO, A. V.; CAMPOS, A.T; PAULA, V. R.; DOURADO, D. C.; YANAGI JUNIOR, T.; SILVA, E. B. Energetic efficiency of a deep bed swine production system. **Engenharia Agrícola**, v.32, p.1068-1079, 2012.

[65]

[63] VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. Produção de mudas de eucalipto em diferentes composições de substratos. **REA – Revista de estudos ambientais** (Online), v.18, n. 2, p.25-34, jul./dez. 2016. DOI: 10.7867/1983-1501.2016v18n2p25-34

[64] VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. Avaliação de substratos na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Uniara**, v. 18, n. 2, 2015.