

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO PERFIL ENERGÉTICO DE AVIÁRIO  
CLIMATIZADO DE FRANGOS DE CORTE**

Emmanuel Zullo Godinho<sup>1</sup>, Fernando de Lima Caneppele<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Rua Av. Universitaria, n. 3780, CEP 18610-034 Altos do Paraíso, Botucatu – São Paulo. E-mail: [emmanuel.godinho@unesp.br](mailto:emmanuel.godinho@unesp.br)

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo, Rua Duque de Caxias, n. 225, CEP 13635-900 Jardim Elite, Pirassununga – São Paulo. E-mail: [caneppele@usp.br](mailto:caneppele@usp.br)

**RESUMO:** Devido à crescente demanda por alimentos, o uso de tecnologia está cada vez mais sendo utilizado, para que possa aumentar a qualidade e produtividade em contrapartida a diminuição do uso de insumos e, proporcionando melhores condições de vida aos animais, principalmente nos aviários de corte. A eficiência energética se torna essencial para a obtenção de uma avicultura sustentável, visto que a correta utilização da energia elétrica é fundamental para os sistemas de produção; a partir da eficiência energética é possível mitigar o desperdício, o que possibilita produzir cada vez mais utilizando a mesma quantidade de insumos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência energética de um aviário no Campus da Faculdades de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP. Pós análise dos dados obtidos, o aviário foi caracterizado do ponto de vista energético com indicadores de eficiência energética alta, mesmo assim consequentemente este trabalho apresentou medidas para que houvesse um melhor aproveitamento da energia na produção de frangos de corte foram propostas.

**PALAVRAS-CHAVE:** avicultura, eficiência energética, energia elétrica.

**CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF THE ENERGY PROFILE OF AIR-  
CLIMATE BEATING POULTRY**

**ABSTRACT:** Due to the growing demand for food, the use of technology is increasingly being used, so that it can increase quality and productivity in return for reducing the use of inputs and providing better living conditions for the animals, especially in beef aviaries. Energy efficiency becomes essential for achieving sustainable poultry farming, as the correct use of electricity is essential for production systems; based on energy efficiency, it is possible to mitigate waste, which makes it possible to produce more and more using the same amount of inputs. Therefore, the objective of this work was to evaluate the energy efficiency of an aviary on the Campus of the Faculties of Animal Science and Food Engineering at USP. After analyzing the data obtained, the aviary was characterized from an energy point of view with indicators of high energy efficiency, even so consequently this work presented measures for a better use of energy in the production of broilers.

**KEYWORDS:** poultry farming, energy efficiency, electricity.

**INTRODUÇÃO**

A população mundial apresenta taxas de crescimento exponenciais e, em paralelo a isso a demanda por alimentos também cresce, principalmente a produção de proteína animal como as produções de carne suína, bovina e de aves (ABPA, 2021).

O setor da agricultura e alimentos da Organização das Nações Unidas publicou um relatório apresentando dados da expectativa crescimento na produção principalmente de aves no mundo de 22% até 2024, com aproximadamente 15,7 milhões de toneladas no período (EMBRAPA, 2021). Além disso, a mesma instituição reconhece e confirma que este crescimento já é realidade em 2021 e o que Brasil tem um papel fundamental nestes dados.

A avicultura se destaca principalmente pela organização e aos avanços nas pesquisas e nas tecnologias utilizadas dia-a-dia, o que resulta produções de frangos como um dos principais produtos do agronegócio brasileiro (ABPA, 2021).

No sentido de acompanhar o aumento na produção da carne de frango se fez necessária a adequação dos sistemas de fornecimento de energia elétrica principalmente nas propriedades produtoras de aves, ou chamados de aviários de corte, pois a energia elétrica é fator fundamental para o funcionamento do setor Turco et al. (2002).

Por outro lado, deve-se condicionar esta produção principalmente de aves ao consumo de energia e às políticas de eficiência energética, para que não haja aumento na produção de CO<sub>2</sub>, resultante da queima de combustíveis fósseis e fomentar a utilização de formas alternativas de energia (Caneppele et al., 2021). Como por exemplo do fornecimento de energia por sistemas eólicos, solar fotovoltaicos, o biodiesel ou até mesmo a combinação desse fornecimento proveniente de sistemas híbridos de cogeração de eletricidade (Godoy et al., 2020).

A eficiência energética visa proporcionar um melhor aproveitamento da energia no sentido de produzir cada vez mais utilizando apenas o necessário (Bueno, 2004). As utilizações de novas tecnologias provocam mudanças tanto no âmbito comportamental e o gerenciamento dos sistemas de produção otimizados resultam em melhoria na eficiência energética Boquimpani et al., 2019).

A engenharia é capaz de implantar modelos sustentáveis que provem à crescente demanda por alimentos sem que ocorra grande aumento da utilização dos recursos naturais disponíveis, visando com isso o equilíbrio social, econômico e ambiental (Caneppele e Seraphim, 2015).

Para que a produção de frangos em um aviário seja eficiente e eficaz, o produtor necessita manejar corretamente os lotes na questão zootécnica, ambiental e econômica principalmente com a utilização da energia elétrica, pois muitos aviários possuem sistemas eletrônicos e com isso a disponibilidade de alimentos, iluminação, controle do microclima interno, etc., são operacionalizados via caixas de controle que necessitam de energia elétrica (Oliveira e Knies, 2017).

Dentro dos custos (diretos e indiretos), o indicador que mais impacta na rentabilidade do produtor de frangos é a energia elétrica, deixando para trás a mão-de-obra (Funck e Fonseca,

2008). E o equipamento que apresenta maior consumo de energia no aviário (62%) é o exaustor (Chiuchetta et al., 2001).

Com isso, a gestão energética é fundamental para que se possa compreender todo o fluxo energético da instalação ou do equipamento (Periasamy et al., 2015). Para que isso ocorra é necessário conhecer o consumo energético do local, ter acesso a uma base de dados de consumo de energia e alinhar ações corretivas visando a conservação de energia.

Além do uso eficiente da energia elétrica, o produtor busca reduzir seus custos de produção e principalmente como a própria ONU apresenta os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável para melhorar o uso do meio ambiente. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência energética de um aviário no Campus da Faculdades de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP), localizado no município de Pirassununga, no setor de avicultura. O Centro de Pesquisa em Avicultura é um galpão de pressão negativa que possui 140 boxes nos quais foram alojados 1680 animais, dois exaustores e duas placas evaporativas.

Os dados relativos ao consumo de energia elétrica no Campus foram obtidos através de acesso ao Sistema Contaluz Web. Para a obtenção dos dados energéticos do aviário foi utilizado um analisador portátil modelo SAGA 4500 cedido pelo Laboratório de Eficiência e Simulação de Processos da FZEA/USP.

Para a análise geral dos dados foi utilizado o software Landis+Gyr SAGA fornecido com o kit dos analisadores da Família SAGA 4500. Esse software é a ferramenta de comunicação entre o computador e os analisadores de energia. Sua função é a parametrização, leitura e análise dos dados armazenados no medidor. Com auxílio do Sistema ContaLuz Web foram obtidos os dados de consumo de energia do campus no período de 05 de novembro de 2015 a 06 de janeiro de 2016.

Para o estabelecimento da análise de energia e dos índices ou dos indicadores de eficiência energética foi necessário conhecer alguns conceitos básicos de eletricidade, tais como tensão, corrente, fator de potência, potência ativa, reativa e aparente (Caneppele e Seraphim, 2015).

De acordo com Abrantes e Maia (2013), a eficiência energética é definida pela relação entre a energia efetivamente consumida e a energia demandada, já a eficiência energética é definida como “a menor quantidade de energia possível para se realizar certa tarefa”, que pode ser calculada por meio de vários indicadores e demonstrada e/ou determinada pela equação 01

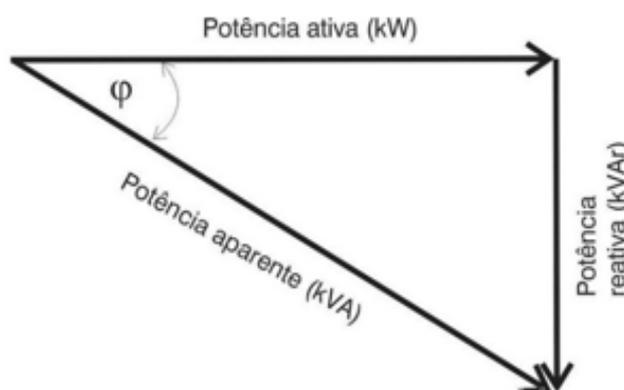
sendo o consumo de energia integralizado durante um período constante, dividido pelo próprio período, como é demonstrado pela equação 02.

$$EF = \frac{\text{Energia útil}}{\text{Energia consumida}} \quad (01)$$

$$\text{Demanda} = \frac{1}{\Delta t} \int_t^{t+\Delta t} P \cdot dt \quad (02)$$

Os indicadores de eficiência energética são classificados como globais e específicos, onde são consideradas as informações físicas das unidades ou instalações (Boquimpani et al, 2019). Existem também alguns indicadores mais simples, que podem ser obtidos através da análise de faturas de energia ou medição paralela (Abrantes e Maia, 2013).

Chiuchetta et al. (2001) diz que é possível a partir de uma descrição geométrica dos componentes energia ativa, reativa e aparente determinar o fator de potência por meio da análise do triângulo de potência, como o fator de potência, representado na Figura 1 e na equação 03.



**Tabela 1.** Modelo de triângulo apresentando o fator de potência em uma energia ativa.

$$\text{Fator de potência} = \frac{\text{potência ativa (kW)}}{\text{potência aparente ou total (kW)}} \quad (03)$$

Segundo Imai et al. (2020) e Lima et al. (2020), também pode se calcular o fator de potência por meio da razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, como mostra a equação 04.

$$\text{Fator de potência} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (04)$$

Onde:

P = potência ativa, em [kW];

Q = potência reativa, em [kVAr].

Segundo a Resolução 456/2000 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2015), o fator de carga pode ser obtido por meio das faturas de energia fornecidas pela concessionária ou por medições paralelas feitas a partir de analisadores energéticos. Como o fator de carga (equação 05), fator de demanda (equação 06), indicador do uso de energia no horário de ponta (equação 07) e indicador do uso de energia fora de ponta (equação 08).

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Demanda média}}{\text{Demanda máxima}} \quad (05)$$

$$\text{Fator de demanda} = \frac{D_{max}}{P_i} \quad (06)$$

Onde:

Dmax = demanda máxima da instalação, em [kW];

Pi = potência nominal dos equipamentos instalados na planta industrial, em [kW].

$$D_{mh} = \frac{C_{mp}}{t} \quad (07)$$

Onde:

Dmh = demanda média no horário de ponta, em [kW];

Cmp = Consumo médio da ponta, em [kWh];

t = horário de ponta, em [h].

$$D_{mfh} = \frac{C_{mf}}{t_{nf}} \quad (08)$$

Onde:

Dmfh = demanda média fora do horário de ponta, em [kW];

Cmf = consumo médio fora da ponta, em [kWh];

t = horário fora da ponta, em [h].

Além dos analisadores energéticos, importante avaliar os indicadores específicos, que segundo Bueno (2004) e Turco et al. (2002), os indicadores específicos têm como principal objetivo averiguar o uso da energia elétrica em um local, considerando informações como a área total do local, números de usuários/dia, sendo que os mesmos podem auxiliar na identificação de mudanças no comportamento dos usuários durante o processo de implantação da eficiência energética.

O indicador por área útil mostra o quanto de energia é consumida por m<sup>2</sup> do local, seu cálculo é realizado por meio da equação 09.

$$\text{Consumo por área útil} = \frac{E_n}{A} \quad (09)$$

Onde:

$E_n$  = Energia consumida no intervalo t, em [kWh];

A = área útil do local, em [m<sup>2</sup>].

Outro indicador capaz de relacionar o quanto de energia elétrica é utilizado em determinada instalação, levando em consideração o parâmetro de interesse, conforme mostra a equação 10.

Esse indicador permite que sejam utilizadas medidas físicas e econômicas, podendo contabilizar o produto final em índices monetários.

$$CE = \frac{C_a}{N_a} \quad (10)$$

Onde:

CE = consumo específico, em [kWh/un];

$C_a$  = consumo de energia ativa, em [kWh];

$N_a$  = número de animais, [un].

Analisando o histórico de demandas feitas durante o período de leitura, foi possível calcular a demanda média através da equação 11.

$$D_m = \frac{D_t}{N_{rd}} \quad (11)$$

Onde:

$D_m$  = demanda média, em [kW];

$D_t$  = demanda total, em [kW];

$N_{rd}$  = número de registros de demanda.

Utilizou-se também os indicadores específicos, como o de participação energético do galpão em relação ao Campus pela equação 12, o custo de energia elétrica por frango (equação 13), o custo de energia elétrica por quilo de frango produzido (equação 14), o consumo por área útil (equação 15) e o consumo por volume útil (equação 16) (Pogi e Piedade Júnior, 1991).

$$PCC = \frac{CPA}{CTC} \times 100 \quad (12)$$

Onde:

PCC = Participação do consumo energético em relação ao campus, em [%];

CPA = Consumo no período analisado, em [kWh];

CTC = Consumo total do Campus, em [kWh].

$$CEL = CE \times PE \quad (13)$$

Onde:

CEL = Custo da energia elétrica por frango [R\$];

CE = Consumo específico, em [kWh/un];

PE = Custo do kWh [R\$].

$$CPK = \frac{CE}{PF} \quad (14)$$

Onde:

CPK = Custo de energia por Kg, em [R\$/Kg];

CEL = Custo da energia elétrica por frango [R\$];

PF = Peso do frango [Kg].

$$\text{Consumo por área útil} = \frac{En}{A} \quad (15)$$

Onde:

En = Energia consumida no intervalo t, em [kWh];

A = área útil do local, em [m<sup>2</sup>].

$$\text{Consumo por volume útil} = \frac{En}{V} \quad (16)$$

Onde:

En = Energia consumida no intervalo t, em [kWh];

V = volume útil do local, em [m<sup>3</sup>].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 e a Figura 3 mostram as faturas de energia elétrica do Campus de Pirassununga relativas aos meses de novembro e dezembro de 2015.

Descrição	Registrado
CONSUMO FORA PONTA	368.107,19
CONSUMO PONTA	37.603,87
CONSUMO ADICIONAL	
DEMANDA FORA PONTA	1.141,34
DEMANDA ULTRAP. FORA PONTA	
ENERGIA REATIVA EXCEDENTE FP	928,80
ENERGIA REATIVA EXCEDENTE P	4,96
DEMANDA REATIVA EXCEDENTE FP	687,52
DEMANDA PONTA	756,00
DEMANDA REATIVA EXCEDENTE P	687,52

**Figura 2.** Fatura de energia relativa ao mês de novembro 2015.  
Fonte: USP/Contaluz

Com auxílio da fatura de energia mostrada na Figura 2 é possível observar que no mês de novembro houve um consumo total de 405.711 kWh, sendo 37.604 kWh na ponta e 368.107 kWh fora da ponta.

Descrição	Registrado
CONSUMO FORA PONTA	338.148,00
CONSUMO PONTA	29.396,30
CONSUMO ADICIONAL	
DEMANDA FORA PONTA	1.018,65
DEMANDA ULTRAP. FORA PONTA	
ENERGIA REATIVA EXCEDENTE FP	3.326,40
ENERGIA REATIVA EXCEDENTE P	137,59
DEMANDA REATIVA EXCEDENTE FP	956,01
DEMANDA PONTA	654,91
DEMANDA REATIVA EXCEDENTE P	603,07

**Figura 3.** Fatura de energia relativa ao mês de dezembro 2015.  
Fonte: USP/Contaluz

A partir da Figura 3, observa-se que no mês de dezembro houve um consumo na ponta de 29.396 kWh e um consumo fora de ponta de 338.148 kWh, totalizando 367.544 kWh.

Utilizando as equações de número (02), (11) e (12) foram obtidos respectivamente os seguintes valores para a demanda média de 1,93 kW, para a demanda média no horário de ponta a valor de 1,96 kW e, para a demanda média fora do horário de ponta de 1,90 kW.

Calculado o fator de potência por meio da equação (03) e (04), onde foi observado que o fator de potência trifásico variou, em fator de potência indutivo entre 0,79 a 0,97 kW e para o fator de potência capacitivo entre 0,64 a 0,99 kW.

Por meio da equação (05) foi calculado o fator de carga, resultando em 0,41. Esse índice apresenta dados de como o aviário utiliza a potência instalada, ou seja, por meio deste indicador verifica-se quanto a energia está sendo utilizada de forma racional (Pogi e Piedade Júnior, 1991).

Para determinação do fator de demanda, necessitou calcular a potência total da instalação, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Potência instalada- Centro de Pesquisa em Avicultura – FZEA/USP.

	Quant. (unid.) <sup>1</sup>	P (W) <sup>2</sup>	PT (W) <sup>3</sup>
Lâmpada fluorescente tubular Philips	10	48	67,06
Lâmpada fluorescente Philips	13	40	81,62
Exaustor de ar Multifan 50"	16	38	82,06
Motobomba Weg LR 38324	-	42 <sup>a</sup>	76,91 <sup>a</sup>
Aquecedor Arcotherm GP 90 <sup>a</sup>	10	40	90,58
Aquecedor Arcotherm GP 90 <sup>a</sup>	13	38	100,05
<b>Potência total instalada</b>	-	0,2372	0,02703

<sup>1</sup>Quant.: quantidade por unidade de animal; <sup>2</sup>P: potência do equipamento; <sup>3</sup>PT: potência total instalada.

Fonte: ContaLuz

A partir da potência instalada e com auxílio da equação (06) foi determinado o fator de demanda: 0,88. Outro fator que merece ser destacado é a potência instalada dos exaustores, que representa 41% do total da instalação.

Para a participação do consumo energético do galpão em relação ao Campus foi utilizado 49 dias, sendo 21 dias no mês de novembro e 28 dias no mês de dezembro, assim foi aplicado as equações (17 e 18), com os dados apresentados nas Figuras (1 e 2).

As equações (17) e (18) mostram respectivamente, os cálculos das projeções de consumo referentes aos meses de novembro e dezembro.

$$Projeção\ novembro = \frac{CT_{novembro} \times 21\ dias}{dias\ no\ mês} \quad (17)$$

Onde:

CTnovembro = consumo total no mês de novembro, em [kW];

dias no mês = total dias no mês de novembro, em [30 dias].

$$Projeção\ dezembro = \frac{CT_{dezembro} \times 28\ dias}{dias\ no\ mês} \quad (18)$$

Onde:

CTdezembro = consumo total no mês de dezembro, em [kW];

dias no mês = total dias no mês de dezembro, em [31 dias].

Com isso, foi projetado para novembro uma potência de 283.997,7 kWh, já para dezembro 331.975,22 kWh, ou seja, a produção total nos dois meses citados (novembro e dezembro), sendo 49 dias 615.972,92 kWh.

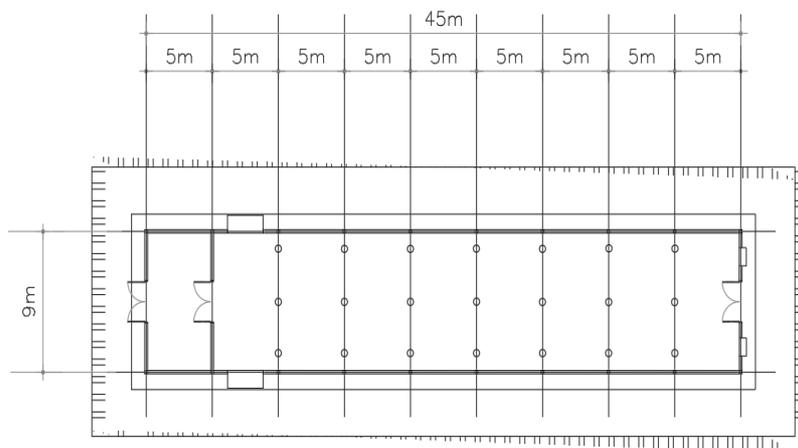
A partir destes cálculos a projeção de consumo dos 49 dias e com auxílio da equação (12), foi mensurado a participação do consumo energético em relação ao Campus: 0,14%.

Para calcular o custo de energia elétrica por frango produzido, foi necessário obter o consumo de energia por animal, ou seja, o consumo específico por meio da equação 13, onde foi considerado 1680 animais, resultando em um consumo específico foi de 1,33 kWh/animal.

O custo do kWh foi obtido através de dados coletados da Elektro – Distribuidora de energia, através da planilha de modalidade horária verde, para média e alta tensão, com os valores de energia A4 entre (2,3 a 25 kV), com as tarifas finais na ponta de R\$ 1,21088/kWh e fora da ponta R\$ 0,27381/kWh.

O custo de energia elétrica por quilo de frango após 42 dias do ciclo de produção, o frango apresenta em média 2,732Kg segundo Funck; Fonseca (2008), com isso foi possível determinar o custo de energia por quilo de frango, a R\$ 0,14/kg.

A área total da instalação é de 405 m<sup>2</sup>, como mostra a Figura 4, e utilizando a equação segundo Lago e Delabeneta (2018), calculou-se o consumo total por área útil de 22 kWh/m<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Planta baixa da instalação.

Fonte: Autores

A equação (25) mostra a projeção do consumo de energia do Campus durante os 49 dias do ciclo de produção.

Considerando as dimensões de comprimento e largura obtidas por meio da figura 40 e da altura de 3 metros foi possível determinar o volume total da instalação, porém, o volume útil é compreendido apenas pelas dimensões 40 x 9 x 3 (m), de comprimento, largura e altura,

respectivamente. A partir disso e da equação (16) foi determinado o volume útil da instalação: 8,33kWh/m<sup>3</sup>.

O consumo por área útil, posteriormente às determinações dos indicadores de eficiência energética (globais e específicos) foram estabelecidas, caracterizou-se o perfil de consumo do aviário, na Tabela 2.

Tabela 1. Planta baixa da instalação.

<b>Indicadores globais</b>	
Demanda média	1,93 kW
Demanda média no horário de ponta	1,96 kW
Demanda média fora do horário de ponta	1,90 kW
Fator de potência indutivo	0,79 a 0,97
Fator de potência capacitivo	0,64 a 0,99
Fator de carga	0,41
Fator de demanda	0,88
<b>Indicadores específicos</b>	
Participação do consumo energético do galpão em relação ao Campus	0,14%
Consumo específico por animal	1,33 kWh
Custo de energia elétrica por frango	R\$ 0,29
Custo de energia elétrica por quilo de frango	R\$ 0,10/kg
Consumo por área útil	22 kWh/m <sup>2</sup>
Consumo por volume útil	8,33 kWh/m <sup>3</sup>

Fonte: Autores

Os indicadores globais mostrados na Tabela 2 sinalizam que o aviário possui, na verdade, uma ineficiência energética, que provavelmente é oriunda de um projeto deficiente em que os equipamentos foram mal dimensionados, porém não se deve descartar a operação ineficiente dos equipamentos uma vez que o aviário não apresentava nenhum sistema para controle automático do acionamento ou desligamento dos exaustores. As demandas não apresentaram grandes diferenças entre si, mostrando uniformidade entre os horários de ponta e fora de ponta.

Os indicadores específicos mostraram a baixa representatividade do consumo do galpão em relação ao Campus (0,14%), enquanto estudos de Lago e Delabeneta (2018) mostraram que a Biblioteca representa cerca de 3% do total do Campus. Os indicadores de consumo específico por animal, custo de energia elétrica por frango, estão acima do que os encontrados por Oliveira e Knies (2017), devido ao fato do presente estudo ter sido realizado em um aviário de escala experimental e não de escala comercial.

## CONCLUSÕES

Por meio dos indicadores globais e específicos determinados torna-se mais fácil adotar medidas de eficiência energética centradas no uso racional da energia objetivando implantar características de consumo que beneficiem não somente o produtor, mas também o animal e a sociedade em sua totalidade.

A auditoria energética realizada permitiu conhecer o perfil de consumo energético do aviário. Os exaustores são os principais responsáveis pelo consumo energético, além de poder direcionar indicadores para futuras construções de novos aviários, proporcionando uma melhor eficiência energética, levando em consideração a área, volume, número de animais e tempo de utilização dos equipamentos.

Sugere-se a realização de novos trabalhos em aviários de escala comercial e não experimental, a fim de obter índices que sirvam de referência para a produção de frangos de corte, como também a realização de trabalhos semelhantes em outras instalações.

As considerações devem apresentar o fechamento do trabalho, abordando as questões de pesquisa correspondentes aos objetivos propostos. As conclusões devem ser assertivas e ligadas aos objetivos do trabalho, destacando avanços no conhecimento da área.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Estáticas dos setores pecuários**. Disponível em: <http://www.abpa-br.org/mercados/>. Acesso em: 28 nov. 2021.

ABRANTES, A.C.T. G.; MAIA, F.A. Análise de viabilidade técnico-econômica de implantação de sistema fotovoltaico no centro integrado de educação profissional de Itaparica. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, v.1, n.23, p. 1-16, 2013.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Conforto térmico das aves**. Concórdia: Embrapa-CNPSA. Comunicado Técnico 365. 2004. 5p.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Resolução Normativa No 414/2010 - Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica**. Agência Nacional De Energia Elétrica, p. 18, 2015.

BOQUIMPANI, C.L. et al. Eficiência energética: sistemas de iluminação com LEDs, distribuídos em corrente contínua e utilizando energia fotovoltaica. **Ambiente Construído**, v.19, n.4, p.303-316, 2019.

BRASIL. **Plano Nacional de Energia. 2030**. Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. \_ Brasília: MME: EPE, 2007. p. 324: il.

BUENO, L.G.F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frango de corte**. 2004. 85p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2004.

CANEPPELE, F. de L.; SERAPHIM, O.J. Aplicação da teoria fuzzy no controle de sistemas de geração de energias alternativas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.3, n.25, p.24-41, 2010.

CANEPPELE, F.L.; GODINHO, E.Z.; ZUIN, L.F.S.; SIQUEIRA, J.A.C. Estimativa numérica da geração de energia solar fotovoltaica na cobertura do estacionamento da biblioteca da FZEA - USP. **SODEBRÁS**, v.16, p.27-31, 2021. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.187.27>.

CHIUCHETTA, O.; GIROTTO, A.F.; CANEVER, M.D.; SANTOS FILHO, J.I. dos. Custo de produção na avicultura de corte. **Revista Brasileira de Agropecuária**, v.1, n.13, p.20-23, 2001.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estatísticas**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 28 nov. 2021.

FUNCK, S.R.; FONSECA, R.A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1 p.39-56, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000100014>.

GODOY, F.O.; GODINHO, E.Z.; DALTIM, R.S.; CANEPPELE, F.L. Utilização da lógica fuzzy aplicada à energia solar. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.37, e26663, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2020.v37.26663>.

IMAI, H.E., BÓRIO, L.F., SILVA JUNIOR, A.A., BERTO, L.K., YAMAGUCHI, N.U.; REZENDE, L.C.S.H. Simulação computacional como ferramenta de otimização na geração de energia solar fotovoltaica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.12, e20190343, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190343>.

LAGO, S.M.S.; DELABENETA, C. A Produção científica Brasileira sobre energia solar fotovoltaica no período de 2007 a 2017. **Revista de Administração de Roraima - RARR**, v.8, n.2, p.416-426, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18227/2237-8057rarr.v8i2.5093>.

LIMA, A.A. et al. Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.42, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0191>.

OLIVEIRA, Z.B.; KNIES, A.E. Diagnóstico bioclimático para a produção de aves de corte em diferentes municípios do RS. **Energia na Agricultura**, v.32, n.4, p.372-378, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2017v32n4p372-378>.

PERIASAMY, P.; JAIN, N.K.; SINGH, I.P. A review on development of photovoltaic water pumping system. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.43, p.918-925, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.019>.

POGI, R. de C.; PIEDADE JÚNIOR, C. Energia elétrica em atividades ligadas à avicultura. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.6, n.2, p.28-34, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000300023>.

TURCO, J.E.P.; FERREIRA, L.F.S.A.; FURLAN, R.L. Consumo e custo de energia elétrica em equipamentos utilizados em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.519-522, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000300023>.