

JULIE CRISTINA DE OLIVEIRA MEULAM

USO DE CONTÊINER PARA A OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA EM AVIÁRIOS DE FRANGO DE CORTE: UMA  
MODELAGEM COMPUTACIONAL

CASCADEL  
PARANÁ – BRASIL  
MARÇO – 2021

JULIE CRISTINA DE OLIVEIRA MEULAM

USO DE CONTÊINER PARA A OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA EM AVIÁRIOS DE FRANGO DE CORTE: UMA  
MODELAGEM COMPUTACIONAL

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos

Coorientador: Prof. Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira

Coorientador: Dr. Wesley Esdras Santiago

CASCADEL  
PARANÁ – BRASIL  
MARÇO - 2021

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Meulam, Julie Cristina de Oliveira  
Uso de container para a otimização da eficiência energética em aviários de frango de corte: uma modelagem computacional / Julie Cristina de Oliveira Meulam; orientador(a), Reginaldo Ferreira Santos; coorientador(a), Jair Antônio Cruz Siqueira, coorientador(a)II, Wesley Esdras Santiago, 2021.  
53 f.

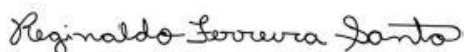
Dissertação (mestrado profissional), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2021.

1. conforto térmico. 2. eficiência energética. 3. aviário. 4. dark house. I. Santos, Reginaldo Ferreira . II. Siqueira, Jair Antônio Cruz . III. Santiago, Wesley Esdras . IV. Título.

**JULIE CRISTINA DE OLIVEIRA MEULAM**

Uso de contêiner para a otimização da eficiência energética em aviários de frango de corte: uma modelagem computacional

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Biomassa e Culturas Energéticas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



Orientador(a) - Reginaldo Ferreira Santos  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Samuel Nelson Melegari de Souza  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Fulvio Natércio Feiber  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Cascavel, 4 de março de 2021

Á minha família, pelo apoio e incentivo incondicional,  
sem vocês jamais conseguiria.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, por me iluminar e guiar nesta caminhada.

À minha família, por acreditarem em mim mesmo quando nem mesmo eu acreditava, pelo carinho e apoio, e por não medirem esforços para que eu chegasse até aqui.

À minha avó Rosalina e à minha mãe Salete, por me mostrarem a importância da educação, me incentivarem e nunca me deixar desistir.

A meu namorado, companheiro e amigo Carlos, sem você eu jamais teria conseguido. Obrigada por ser meu porto seguro.

Às minhas irmãs Kelley e Patrícia, obrigada pelo incentivo, paciência na minha ausência e por não me deixarem desanimar pelas frustrações da vida. Com vocês a vida é mais leve.

Ao Dr. Reginaldo Ferreira Santos, meu orientador, pela paciência, carinho, respeito e dedicação que me conduziram nessa caminhada, também por me tirar de minha zona de conforto, pensar fora da caixa e me fazer evoluir.

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira e Prof. Dr. Wesley Esdras Santiago, por compartilharem seus conhecimentos, por sanarem as dúvidas e estarem sempre presentes e dispostos a auxiliar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo fomento de bolsa para a realização deste trabalho.

Por fim, e não menos importante, agradeço a todos os meus amigos do mestrado pelas alegrias compartilhadas e até pelas tristezas, dificuldades ao longo desses dois anos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tópicos e subtópicos da revisão de literatura .....	4
Figura 2- Zona de Conforto Térmico de acordo com a idade das aves.....	6
Figura 3 - Ventilador fixo e oscilante para aviários .....	12
Figura 4 - Ventilação unilateral em aviários.....	12
Figura 5 - Sistema de resfriação evaporativa .....	13
Figura 6 - Resfriamento da cobertura do aviário por aspensão .....	14
Figura 7 - Tipos de Contêineres .....	19
Figura 8 - Estrutura do contêiner.....	20
Figura 9 - Estrutura secundária do contêiner .....	20
Figura 10 - Localização da cidade de Cascavel .....	23
Figura 11 - Modelagem computacional dos modelos de aviários estudados .....	25
Figura 12 - Configuração dos materiais. ....	26
Figura 13 - Análise de energia dos modelos do estudo. ....	27
Figura 14- Caixa de diálogo do Revit para análise de energia .....	27
Figura 15 - Configuração de calor das aves.....	28
Figura 16- Corte esquemático do aviário modelo dark house .....	29
Figura 17 - Configuração das horas de iluminação dos aviários.....	29
Figura 18 - Cortinas em polietileno.....	30
Figura 19- Exaustores de pressão negativa em dark house .....	30
Figura 20- Pad Cooling .....	31
Figura 21 - Dimensões dos contêiner utilizado para o estudo.....	31
Figura 22- Esquema de isolamento em corte.....	32
Figura 23 - Carta solar da cidade de Cascavel – PR .....	32
Figura 24 – Rosa dos Ventos da Estação Meteorológica, no local de implantação dos aviários.....	34
Figura 25- Distribuição de Frequência de Velocidade do Vento, da Estação Meteorológica, no local de implantação dos aviários. ....	35
Figura 26 - Distribuição de frequência de umidade relativa anual da Estação Meteorológica, no local de implantação dos aviários. ....	37
Figura 27 - Dados mensais de consumo de energia do aviário dark house.....	38
Figura 28- Dados mensais de consumo de energia do aviário contêiner.....	39

Figura 29- Dados mensais do custo de energia para o aviário dark house.....	40
Figura 30- Dados mensais do custo de energia para o aviário Contêiner.....	40



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Consumo de energia em kWh por equipamentos elétricos, durante o inverno e o verão.....	16
Tabela 2- Dimensões gerais dos contêineres de acordo com a ISSO 668 .....	19
Tabela 3 - Temperatura de bulbo úmido e bulbo seco da estação meteorológica no local de implantação dos modelos de aviários. ....	36
Tabela 4 - Carga mensal, aquecimento e resfriamento aviário dark house .....	41
Tabela 5 - Carga mensal, aquecimento e resfriamento aviário Contêiner.....	42

MEULAM, Julie Cristina de Oliveira. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, março 2021. **Uso de Contêiner para a Otimização da Eficiência Energética em Aviários de Frango de Corte: Uma Modelagem Computacional.**

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos. Coorientadores: Prof. Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira e Dr. Wesley Esdras Santiago

## RESUMO

As instalações avícolas atuais têm como finalidade melhorar o desempenho dos frangos de corte e reduzir custos aos criadores. Entretanto, isto gera grandes custos energéticos, principalmente para realizar ajustes climáticos como: aquecimento, refrigeração, ventilação e iluminação, que são necessários para manter o conforto térmico das aves. No Brasil, a região Oeste do Paraná se destaca como a maior produtora de aves do estado, com isso este estudo busca propor um projeto para minimizar os custos e tornar o aviário mais eficiente energeticamente. Diante do exposto, foi objetivo do estudo desenvolver dois modelos de aviários (dark house e em contêiner), através de simulação computacional, e realizar uma comparação entre esses modelos para verificar-se a eficiência energética e conforto ambiental para as aves, desta forma minimizando os custos de energia ao produtor. Para tanto, o estudo analisou o modelo de aviário dark house, já existente no mercado, e o modelo proposto para este trabalho, composto por Contêineres, de forma a reaproveitar materiais existentes que permanecerão na natureza por muitos anos. Esses modelos foram desenvolvidos usando o software Revit, e a análise energética foi realizada usando o programa Green Building Studio, ambos da Autodesk®. O método utilizado consiste em comparar modelos e analisar o consumo de energia do edifício ao longo do ano. Os resultados concluíram que o modelo de aviário em contêiner foi eficiente no bloqueio da radiação solar, porém utiliza mais energia para iluminação do que o modelo convencional. O modelo em contêiner teve como seu principal responsável pelo ganho de calor, as aves; as paredes e portas como principais meios de perdas de temperatura. No modelo dark house, o maior responsável pelo ganho térmico são as paredes, a iluminação e a alimentação; e o principal fator de perda de calor são os fechamentos laterais e a cobertura da edificação. No geral, o modelo proposto para este estudo, em contêiner, é 13,54% mais eficiente do que o modelo dark house.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"

**PALAVRAS-CHAVE:** aviário; conforto térmico; eficiência energética; dark house; contêiner.

MEULAM, Julie Cristina de Oliveira. UNIOESTE-Western Paraná State University, March 2021. **Use of Container for the Optimization of Energy Efficiency in Broiler Aviaries: A Computational Modeling.**

Advisor: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos. Prof. Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira e Dr. Wesley Esdras Santiago

## **ABSTRACT**

The current poultry facilities aim to improve the performance of broilers and reduce costs to farmers. However, this generates large energy costs, especially to perform climatic adjustments such as heating, cooling, ventilation and lighting, which are necessary to maintain the thermal comfort of the birds. In Brazil, the Western region of Paraná stands out as the largest producer of poultry in the state, so this study aims to propose a project to minimize costs and make the poultry house more energy efficient. Given the above, the objective of the study was to develop two models of aviaries (dark house and container), through computer simulation, and make a comparison between these models to verify the energy efficiency and environmental comfort for the birds, thus minimizing the energy costs to the producer. For that, the study analyzed the dark house model, already existing in the market, and the model proposed for this work, composed of containers, in order to reuse existing materials that will remain in nature for many years. These models were developed using Revit software, and the energy analysis was performed using the Green Building Studio program, both from Autodesk®. The used method consisted of comparing models and analyzing the building's energy consumption throughout the year. The results concluded that the containerized aviary model was efficient in blocking solar radiation, but it uses more energy for lighting than the conventional model. The container model had the birds as the main responsible for the heat gain, and the walls and doors as the main means of temperature loss. In the dark house model, the walls, lighting, and feed were the main responsible for the heat gain, and the main factor of heat loss were the side closures and the roof of the building. Overall, the container model proposed for this study is 13.54% more efficient than the dark house model.

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

**KEYWORDS:** poultry house; thermal comfort; energy efficiency; dark house; container.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1.	OBJETIVOS	2
1.1.1.	Objetivo Geral	2
1.1.2.	Objetivos Específicos	3
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
2.1	Aspectos Fisiológicos das Aves e Conforto Térmico Animal	4
2.2	Conforto Térmico em Aviários de Corte	5
2.3	Condicionamento Térmico em Aviários Dark House	7
2.4	Sistema de Iluminação em Aviários	9
2.5	Sistema de Ventilação em Aviários	11
2.6	Sistema de Refrigeração em Aviário	13
2.7	Sistema De Aquecimento Em Aviários	14
2.8	Consumo de energia elétrica em aviários	16
2.9	Construção em contêiner	18
2.10	Softwares utilizados para modelagem e análise de desempenho energético	21
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>23</b>
3.1	Sistemas computacionais utilizados no trabalho	24
3.1.1	Software BIM (Building Information Modeling) Revit	24
3.1.2	Software Green Building Studio	26
3.2	Modelos de aviários a serem analisados	28
3.2.1	Modelo dark house	28
3.2.2	Aviário modelo contêiner	31
3.3	Ventilação e Temperatura Externa da Edificação	32
3.4	Análise do consumo de energia	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>34</b>
4.1	Análise de incidência de ventilação e de temperaturas externas à edificação	34
4.1.1	Frequência anual dos ventos	34
4.1.2	Temperatura de bulbo seco e bulbo úmido de aquecimento e de resfriamento	36
4.2	Análise do consumo de energia e conforto térmico nos aviários analisados	37
4.3	Utilização de energia elétrica nos aviários	38
4.4	Simulação de despesa de consumo de energia	39
4.5	Cargas de aquecimento e resfriamento	41
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a preocupação com as instalações avícolas se evidenciou a partir dos anos de 1990, em decorrência do processo de globalização que acelerou a economia mundial. Assim, as indústrias avícolas passaram a aprimorar suas instalações e ambientes no intuito de melhorar o desempenho das aves e a redução de custos de produção (TINÔCO, 2001). Desta forma, com as mudanças ocorridas tanto na economia nacional quanto internacional, houve necessidade de modernizar o processo produtivo na cadeia avícola (MELO; SILVA; ESPERANCINI, 2008).

Em nível mundial, o Brasil se destaca como o terceiro maior produtor e o primeiro em exportação de carne de frango, colocação no mercado mundial que se deve principalmente à qualidade, à segurança alimentar da carne brasileira e à eficiente cadeia produtiva nacional (EMBRAPA, 2018; ABPA, 2020). Estes fatores aliados à qualidade nutricional, à facilidade de preparo e à disponibilidade e ao seu custo no mercado, fez com que a carne de frango se tornasse a proteína animal mais consumida pela população brasileira (EMBRAPA, 2018).

Segundo o relatório anual de 2017 da Associação Brasileira de Proteína Animal ABPA (ABPA, 2017), a produção brasileira de carne de frango aumentou 38,11% em dez anos, indo de 9,34 milhões de toneladas no ano de 2006 para 12,90 milhões de toneladas em 2016. O relatório de 2020 apontou que, em 2019 a produção foi de 13,245 milhões de toneladas (ABPA, 2020).

A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 2020) estima que o consumo de carne de frango seja de 42 kg/ano para cada habitante, enquanto o consumo de carne bovina e de porco sejam de 39 kg/ano e 15 kg/ano, respectivamente.

Na região sul do Brasil, o estado que mais se destaca na área avícola é o Paraná. Esse destaque ocorre em virtude da notável representação do estado tanto na produção, quanto na exportação de frango de corte. Dentro do estado, a região Oeste é a que mais se evidencia, as cooperativas de produção e de industrialização de aves têm realizado grandes investimentos na área, e as inovações tecnológicas associadas às vantagens competitivas transformaram a região na principal área de produção e exportação de frango nacional (COSTA; GARCIA; BRENE, 2015).

Entretanto, para a produção de frangos de corte é necessário que as aves

sejam submetidas à temperatura ambiente adequada, para evitar-se ganho ou perda de calor das mesmas, e conseqüente desperdício de energia. Assim, a otimização de energia na avicultura é centro de constantes debates e estudos que buscam identificar formas de aumentar a eficiência energética de aviários de frango de corte (NONIS JUNIOR; SAMED, 2014).

Segundo Baxevanou *et al.* (2017), a maior parte da energia consumida em aviários é utilizada para ajustes climáticos, tais como aquecimento, refrigeração, ventilação e iluminação. Assim, este trabalho desenvolverá uma comparação simulada entre dois modelos de projetos de aviários de corte, sendo o modelo dark house e o proposto em contêiner, a fim de verificar qual modelo possibilita maior ganho em eficiência energética.

Verdi (2009) e Andreazzi *et al.* (2018) verificaram em suas pesquisas, comparando os aviários convencionais e dark house, que índices zootécnicos como ganho diário de peso, idade do abate, peso médio do abate e taxa de mortalidade dos frangos de corte, são superiores nos aviários dark house.

Diante disso, esta pesquisa se propõe a responder o seguinte questionamento: “o uso de contêineres melhorará a eficiência energética em aviários de frango de corte?”.

Em resposta a este problema da pesquisa, propõe-se como hipótese, que o uso de contêineres com isolamento térmico irá melhorar a temperatura ambiente e conseqüentemente a eficácia energética do aviário.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Realizar uma simulação computacional de projetos arquitetônicos, para investigar a eficiência energética e o conforto ambiental de aves de corte em confinamento, em aviários contêineres e dark house no oeste do Paraná.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- a) Investigar como um contêiner adaptado pode auxiliar no conforto ambiental, beneficiando energeticamente a edificação, evidenciando o seu potencial energético;
- b) Analisar através de simulações computacionais, os gastos de energia em relação aos ganhos ou perdas térmicas, provenientes da variação de elementos e fatores climáticos externos e internos;
- c) Comparar o grau de demanda energética dos dois modelos de aviários, o dark house e o modelo em contêiner, através de dados obtidos com o experimento;
- d) Elencar os elementos projetuais e arquitetônicos que minimizaram os gastos energéticos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo, será abordada uma revisão da literatura global, abrangendo as quatro grandes temáticas do trabalho, que irão nortear o desenvolvimento da pesquisa, conforme mostra a Figura 1. A partir das quais foi possível determinar e analisar trabalhos e estudos de diversos autores que corroborassem no desenvolvimento desta pesquisa.

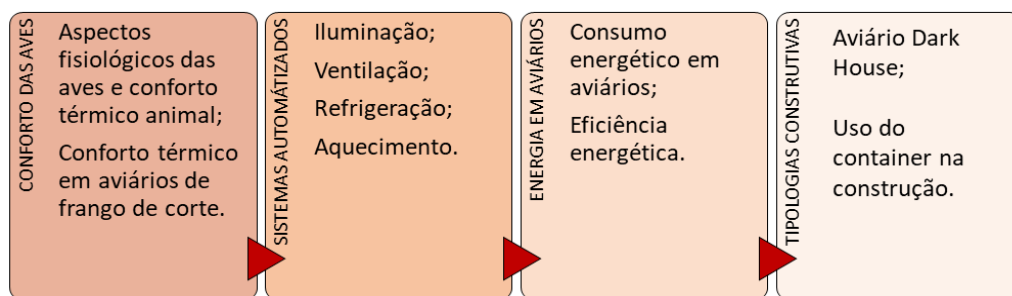


Figura 1- Tópicos e subtópicos da revisão de literatura

A escolha dos quatro temas justifica-se pelo fato de propiciar melhor entendimento a respeito dos aspectos fisiológicos das aves e da climatização de aviários de frango de corte, fazendo com que essa interpretação auxilie na realização da proposta projetual de realizar um aviário container, e subsidiar na análise dos dados e no resultado do trabalho final.

### 2.1 Aspectos Fisiológicos das Aves e Conforto Térmico Animal

As aves são animais homeotérmicos, isto é, são animais que necessitam de condições ambientais de conforto térmico ideais para manter sua temperatura corporal (MIRAGLIOTTA, 2005). Esses animais controlam sua temperatura interna através de ajustes à temperatura do ambiente externo, ou seja, qualquer variação do ambiente externo representa também variação no interior do animal, assim, se o mecanismo homeocinético do animal não funcionar, a temperatura interna do animal se equipara à temperatura externa e o animal morre (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Os homeotérmicos também são conhecidos como “bomba térmica” de baixa



eficiência, isso porque 80% da energia consumida pelos animais são utilizados para a manutenção da homeotermia e somente 20% da energia é utilizada na produção (ABREU; ABREU, 2012). Segundo Matos (2001), as aves trocam calor com o ambiente através de quatro mecanismos: a convecção, a condução, a radiação e a evaporação, destes, os três primeiros apresentam eficiência reduzida. As linhagens modernas de aves de corte apresentam rápida taxa de crescimento, em consequência a isto, se identifica um fator prejudicial, pois se percebe um aumento significativo na quantidade de calor resultante dos processos metabólicos, que devem ser dissipados para o ambiente, em virtude da resistência de dissipação de calor corporal por evaporação através da pele.

A temperatura de núcleo corporal das aves é de 41,7°C, os valores de temperatura crítica inferior (TCI), a zona de conforto térmico (ZCT) e a temperatura crítica superior (TCS) variam conforme a fase da vida da ave, sendo a TCI de 34°C e 15°C para recém nascidos e adultos, respectivamente, a ZCT de 35°C para recém nascidos e de 18°C a 28°C para adultos, e TCS de 39°C e 32°C para recém-nascidos e adultos respectivamente (ABREU; ABREU, 2011b). Os autores ainda afirmam que, como o mecanismo de homeostase é eficaz apenas em condições de temperatura ambiental adequada, utilizar aviários que adotem técnicas e equipamentos que permitam o controle térmico ambiental é fundamental para enfrentar os efeitos prejudiciais de alguns elementos climáticos externos bem como para obter o melhor desempenho produtivo das aves.

## **2.2 Conforto Térmico em Aviários de Corte**

As aves percebem a sensação térmica através do movimento do ar sobre sua superfície corporal, este processo denominado convecção favorece a perda de calor do animal para o ambiente, o que é um fator favorável quando se trata de ambientes com altas temperaturas e alta umidade relativa do ar. Entretanto, é um fator prejudicial ao animal quando se trata de ambientes com baixas temperaturas (MIRAGLIOTTA, 2005).

Segundo o Protocolo de Bem-estar para Frangos de Corte (ABPA, 2016), os alojamentos para aves devem oferecer condições que as protejam de eventos

adversos, tais como níveis apropriados de ventilação, temperatura e umidade. Para que o conforto térmico seja adequado ao animal, o protocolo recomenda que a temperatura e a umidade sejam controladas através da instalação de dispositivos termo-higrômetros, favorecendo assim que as aves mantenham sua temperatura corporal de acordo com idade, peso e estado fisiológico.

Segundo Abreu e Abreu (2012) e Costa, Santos e Dantas (2012) a umidade relativa do ar para toda a faixa de crescimento das aves é de 50 a 70%, já a faixa de conforto térmico varia de 15°C a 35°C conforme a idade da ave (Figura 2).

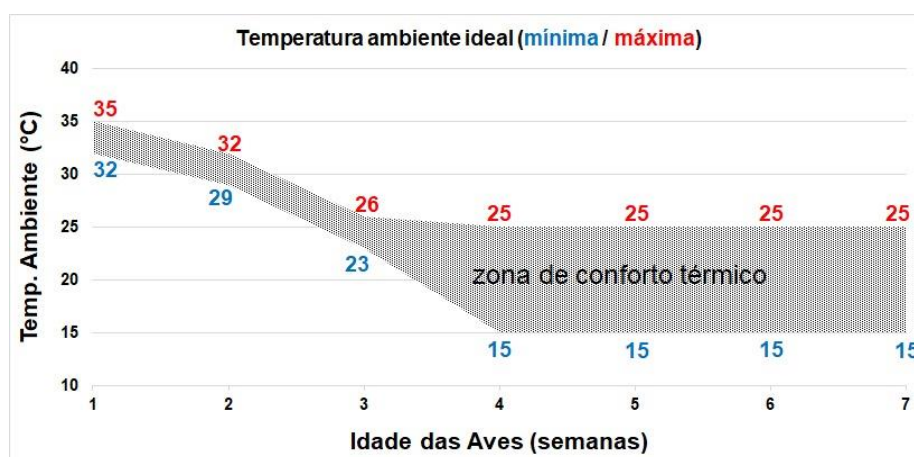


Figura 2- Zona de Conforto Térmico de acordo com a idade das aves.

Fonte: Abreu e Abreu (2012); Costa, Santos e Dantas (2012). Adaptado pelos autores.

Cassuce *et al.* (2013) observaram que o maior ganho de peso das aves na primeira semana de vida ocorre com temperaturas entre 31,3 e 33 °C. Na segunda semana de vida ocorre maior ganho de peso das aves com temperatura ambiente de 25,5°C, e na terceira semana os animais apresentaram melhor desempenho quando submetidos à temperatura ambiente de 21,8°C.

Silva *et al.* (2009) verificaram que o desempenho das aves na primeira semana foi maior na temperatura controlada de 31,4°C, e que, quando aumentada para 34°C, o desempenho foi 12% menor em comparação ao primeiro. Quanto a May e Lott (2000), estes observaram que a temperatura ideal na primeira semana de vida foi de 27,9 e 30°C, na segunda semana de 25,8 e 27,9°C, e na terceira semana 24,7 e 26,8°C.

Esses estudos demonstraram que as aves, nas primeiras semanas de vida, tiveram maior desempenho com temperaturas abaixo da preconizada na literatura (variação de 0,6°C a 4,1°C). Em relação a terceira semana, May e Lott (2000) verificaram que o desempenho das aves apresentou maior eficiência com

temperaturas entre 0,8°C e 1,7°C acima da temperatura preconizada por Abreu e Abreu (2012) e Costa, Santos e Dantas (2012).

A partir disto, é possível compreender que o conforto térmico das aves é um fator determinante para seu desempenho, visto que em temperaturas térmicas confortáveis, o animal consegue expressar seu potencial produtivo, juntamente com demais fatores relacionados a genética e nutrição (JÁCOME, 2005). As aves utilizam a energia proveniente da alimentação para manter sua temperatura interna e função dos órgãos e músculos, portanto toda alimentação acima da necessária para a manutenção destas funções é utilizada para o crescimento e funções reprodutivas do animal (DONALD, 1999).

### **2.3 Condicionamento Térmico em Aviários Dark House**

O sistema dark house vem sendo bastante implantado em diversos lugares do Brasil, principalmente no Paraná, proporcionando um melhor conforto às aves. Além disso, quanto mais fiel for a tecnologia de implantação do modelo dark house, melhores serão os resultados, por isso, é necessário um correto programa de luz e de ventilação adequados (COSTA, 2008).

O ar atmosférico está sempre em movimento, seja na forma de vento ou de massa de ar. O clima de uma determinada área é decorrente das particularidades das massas de ar, tais como temperatura, umidade, pluviosidade, regime de ventos e pressão atmosférica. Esses elementos climáticos possuem comportamentos característicos, assim, em uma mesma região, as massas de ar podem atuar de forma diferenciada devido às características fisiográficas de cada localidade (RIBEIRO, 2008).

Um dos grandes desafios da arquitetura contemporânea é construir e adequar as instalações ao clima local, de forma que permita condições de conforto térmico satisfatórias, tais como temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do ar. Em aviários é essencial que o ambiente interior atenda às exigências das aves, pois, se as condições forem satisfatórias, as aves respondem com um maior ganho no peso e consumo de ração, além da baixa conversão alimentar e redução da mortalidade dos animais (COSTA; SANTOS; DANTAS, 2012). Portanto, em todos os projetos de galpões agrícolas é necessário um estudo aprofundado a respeito do

clima da região onde este será instalado. Desta forma, é possível realizar uma edificação que seja capaz de minimizar os efeitos do desconforto térmico (MASCARENHAS *et al.*, 2016).

A orientação do galpão também é um fator importante, o eixo Leste-Oeste é favorável, pois reduz a intensidade da incidência da luz natural direta nas paredes laterais durante a parte mais quente do dia (COBB-VANTRESS, 2008). Desta forma, para se obter um bom rendimento na produção de aves, é necessário que os aviários estejam limpos, secos, ventilados, sem correntes de ar, impermeáveis, isolados e protegidos termicamente em relação ao clima (NEUFERT, 2013).

O controle do clima no interior dos aviários resulta em um consumo de energia significativo. Entretanto, o uso de sistemas de climatização é fundamental nesses ambientes, tendo em vista sua importância para a saúde, crescimento e desempenho do animal, o que influencia no nível de produtividade e afeta os lucros agrícolas (COSTANTINO *et al.*, 2018).

Os princípios de controle do clima no interior dos aviários é semelhante ao dos edifícios para humanos. Contudo, algumas peculiaridades das condições climáticas internas dessas casas devem ser consideradas, tais como a alta densidade animal que implica em uma difusão de calor sensível maior e a idade do animal, pois, é possível que em alguns aviários seja necessária carga térmica nos períodos de verão em decorrência da presença de pintinhos (COSTANTINO *et al.*, 2018).

Para se atingir a temperatura ideal dentro dos aviários de frango de corte, é reduzir o estresse térmico das aves para evitar perdas, assim, as empresas geralmente utilizam sistemas de climatização com exaustores, ventiladores, nebulizadores e painéis evaporativos (PEREIRA *et al.*, 2017; QUEIROZ *et al.*, 2017).

Um dos grandes desafios nesse tipo de aviário é a pressão negativa. Para que ela seja eficiente, é necessário que o aviário esteja bem isolado e vedado, pois nesse caso, é importante que as condições externas e intempéries como vento e chuva não interfiram no interior, o equilíbrio de todo esse complexo é estabelecido pela pressão estática, que deve ser em função do número e da capacidade de exaustores (ABREU; ABREU, 2011b).

No entanto, o consumo de eletricidade durante o ano não é linear, e no verão o gasto com eletricidade aumenta para manter a temperatura desejada dentro do aviário (KHOKHAR *et al.*, 2015). Desta forma, se faz necessário a implementação

de técnicas de utilização racional e de conservação de energia elétrica nos sistemas avícolas (BUENO; ROSSI, 2006).

Por ser uma parte considerável dos custos da produção, o consumo de energia elétrica deve ser planejado e utilizado de forma adequada e eficiente (MOSKO; PILATTI; PEDROSO, 2010). Dessa forma, além da redução das despesas com eletricidade, haverá um melhor aproveitamento das instalações e dos equipamentos elétricos e a redução no consumo energético, que conseqüentemente aumentará a produtividade sem afetar a segurança (Companhia Paranaense de Energia – COPEL, 2005).

No sistema dark houses, os frangos são criados em um ambiente com controle de luminosidade e temperatura, assim, há redução do estresse animal. Todavia, como os sistemas de luz e climatização são totalmente automatizados, há um consumo de energia elétrica maior (GRAÑA, 2017). Esse sistema também apresenta um desempenho superior em ambiência, instalações, conversão alimentar, consumo de ração, tempo de criação e taxa de mortalidade, quando comparado ao sistema convencional (SILVA; GANECO, 2016).

Quando comparados, os sistemas dark house Convencional (DHC) e o sistema dark house com Isolamento Térmico (DHIT), observa-se que, na variável temperatura, o sistema DHC mantém por maior tempo a temperatura interna do ambiente dentro dos valores adequados às aves. Na variável desempenho na produção, o aviário DHIT apresentou taxas de desempenho maiores, pois, houve menor mortalidade e eliminação de aves, além desse sistema apresentar maior ganho de peso para as aves (BEDIN, 2015).

## **2.4 Sistema de Iluminação em Aviários**

Do ponto de vista histórico, as fontes de luz foram planejadas para atender as necessidades humanas, e, no decorrer do tempo elas foram adaptadas para galpões, porém, sem atenção necessária às capacidades e percepções das aves. Dessa forma, o espectro de luz ideal para as aves é diferente da dos humanos, visto que elas vêm um espectro mais amplo de comprimento de onda e tem uma capacidade notável para ver cores. Entre as cores, as luzes vermelha e azul

mostraram-se mais eficazes para acalmar as galinhas e melhoram seu temperamento em comparação com a luz branca (BÉDÉCARRATS; HANLON, 2017).

Portanto, a intensidade luminosa assim como sua distribuição, cor e duração da luz afetam o desempenho e o bem estar das aves; desta forma o adequado posicionamento e distribuição das fontes de luz estimulam as aves a procurar alimento, água e calor, além de moderar o ganho de peso e otimizar a eficiência da produção durante a fase de crescimento das aves (MENDES *et al.*, 2013).

Desta forma, o gerenciamento de iluminação se tornou uma forma útil para a maior produção de frangos de corte. Sun *et al.* (2017) observaram que uma das formas mais eficazes de aumentar a produção seria o regime de 16 horas de iluminação, 2 horas de escuridão, 2 horas de iluminação e 4 horas de escuridão.

As observações abrangentes dos frangos sob os três regimes de iluminação no estudo de Sun *et al.* (2017) indicaram que o regime 16L: 2D: 2L: 4D aprimorou o crescimento, eficiência alimentar, características de composição de carcaça, saúde e bem-estar tanto ocular como dos membros dos frangos Cobb, devido ao período escuro e à interrupção noturna de 2 horas.

Em um aviário as despesas com iluminação, quando utilizadas lâmpadas incandescentes, podem corresponder até 40% do custo operacional elétrico, entretanto quando essas lâmpadas são trocadas por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC), os custos com iluminação podem representar uma economia de 60% (WATKINS, 2011). A substituição de lâmpadas incandescentes por LFC possui um retorno relativamente rápido, sendo essa troca viavelmente econômica (PAN, 2015).

Atualmente, muitas empresas estão utilizando programas de luz na produção de aves, sendo diversas as estratégias de gerenciamento do sistema de iluminação. Entre os programas mais eficazes que foram implementados estão os que combinam o programa de luz, a flexibilidade no fornecimento de ração e nutriente as aves (NASCIMENTO, 2011).

Jordan e Tavares (2005) em sua análise econômica do desempenho dos sistemas de iluminação, observaram que, entre os sistemas de iluminação com lâmpadas incandescentes 100W, fluorescente HO 100W, de vapor mista 250W e de vapor de sódio 70W, o sistema que apresentou maiores vantagens foi o sistema que utilizou lâmpadas de vapor de sódio 70W, pois apresenta um consumo de energia

elétrica quatro vezes menor comparado ao sistema convencional de lâmpadas incandescentes, ou seja o consumo médio do galpão caiu de 70 KWh para 17 KWh.

Em relação às lâmpadas de LED, estas podem gerar uma economia de energia elétrica considerável, pois permitem condições adequadas para os aviários e pela possibilidade de a iluminação nesse sistema ser controlada remotamente (BANG *et al.*, 2014). Entretanto, o elevado custo no investimento para a implementação do sistema de iluminação de LED faz com que esse sistema não seja viável, pois o investimento não se paga dentro do período de vida útil das lâmpadas (ROSA *et al.*, 2017).

Desta forma, combinar um regime de iluminação adequado (16L; 2D; 2L; 4D) com lâmpadas LFC é uma boa técnica para melhorar o desempenho e eficiência alimentar dos frangos de corte.

## **2.5 Sistema de Ventilação em Aviários**

A renovação do ar ocasionada pela ventilação natural tem grande importância tanto para a higiene quanto para o conforto térmico do ambiente, pois propicia a dissipação do calor e desconcentração de vapores, fumaças, poeiras e poluentes, a ventilação também pode ser realizada por meios mecânicos (FROTA; SCHIFFER, 2001).

A ventilação é a forma mais eficaz para o controle da temperatura nas instalações avícolas. Além disso, é importante salientar que a correta ventilação elimina os excessos de umidade do ambiente e da cama além de permitir a renovação de ar, pois elimina os gases da fermentação e o gás carbônico (ABREU; ABREU, 2000).

Um alojamento adequado e com sistema de ventilação eficaz é essencial para obtenção de uma produção de aves lucrativa, Bucklin *et al.* (2009) aponta algumas funções básicas do sistema de ventilação nos aviários: a) promover conforto térmico às aves; b) manter a qualidade do ar com a retirada de pós, odores e eliminação dos gases nocivos; c) fornecer oxigênio para a respiração e retirar o excesso de umidade.

Entre os diversos tipos de ventiladores existentes, os estacionários e os oscilantes (figura 3) apresentam o mesmo desempenho e melhoram

satisfatoriamente as condições térmicas internas dos aviários, atenuam a temperatura úmida e global e a umidade relativa do ar dentro da edificação (ABREU *et al.*, 2011).



Figura 3 - Ventilador fixo e oscilante para aviários  
Fonte: Engormix, 2012.

Em relação à ventilação unilateral (figura 4), foi observado que a velocidade do ar no interior do aviário com o uso deste sistema é semelhante à ventilação mecânica cruzada, e que a heterogeneidade da velocidade do ar distribuída no ambiente e a falta de ventilação em algumas partes da construção são problemas relevantes para as aves. Também foi verificado que esse tipo de ventilação só é eficiente em condições climáticas normais em clima mediterrâneo, todavia, não sendo um sistema eficaz em períodos mais quentes, quando pode ocorrer o estresse térmico e a alta mortalidade das aves (BUSTAMANTE *et al.*, 2017).

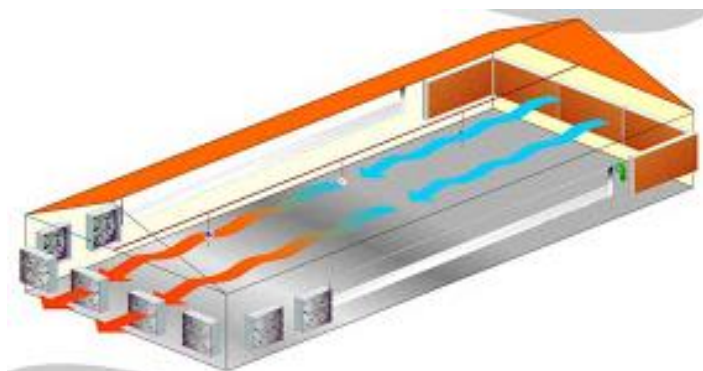


Figura 4 - Ventilação unilateral em aviários  
Fonte: Aviculturasp, 2021.

A ventilação mínima durante o período de inverno possui a função de renovação do ar. Por outro lado, quando o galpão possui sistema de aquecimento com campânulas de gás, o uso dessa técnica não se mostrou eficaz na manutenção



da temperatura dentro da faixa de conforto térmico para as aves. Assim sendo, esse sistema de resfriamento se apresentou ineficaz no inverno, pois prejudica o conforto térmico e afeta o desempenho animal em relação à conversão alimentar, peso de abate e eficiência produtiva (VIGODERIS *et al.*, 2010).

Por ser um sistema que auxilia na renovação do ar ambiente, a ventilação se faz necessária mesmo em períodos mais frios, entretanto deve-se prevenir o estresse térmico das aves, tanto no verão quanto no inverno.

## 2.6 Sistema de Refrigeração em Aviário

Sartor *et al.* (2001) observaram que os sistemas de resfriamento com as técnicas de ventilador de alta rotação associado à nebulização e ventilador associado à nebulização, proporcionaram melhores resultados no desempenho das aves, mais ganho de peso e menor valor de conversão e mortalidade, e que o sistema menos eficaz foi o que utilizou a nebulização acoplada ao ventilador.

O resfriamento evaporativo (evaporação da água) é a forma mais barata de se resfriar o ar, pois os ventiladores necessários para essa função são mais econômicos e menos caros para se operar em comparação com o ar-condicionado convencional. Porém, as desvantagens desse sistema é que a água evaporada aumenta significativamente a umidade do ar, e, conseqüentemente quanto maior a umidade do ar menor o efeito de resfriamento evaporativo (BUCKLIN *et al.*, 2009).

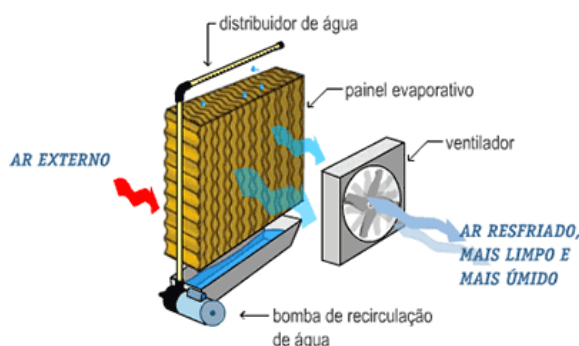


Figura 5 - Sistema de resfrição evaporativa  
Fonte: AviSite, 2013.

O resfriamento da cobertura por meio da aspersão (figura 6) também é uma ferramenta eficaz no controle da temperatura dos galpões de frango. Monitoramento realizado em galpões, equipados com ventilação em modo túnel (pressão negativa) e sistema de resfriamento por nebulização interna, no período do 21º ao 42º dia de

vida das aves, observou que apenas o sistema convencional de climatização não foi suficiente para garantir as condições de conforto térmico ideais para os frangos de corte. No entanto, o uso do sistema de aspersão de água sobre o telhado colaborou substancialmente na redução da mortalidade das aves na última semana de vida (MACHADO *et al.*, 2012).



Figura 6 - Resfriamento da cobertura do aviário por aspersão  
Fonte: Embrapa, 2005.

Outra alternativa de resfriamento utilizada é o pad cooling ou painel resfriador, nesse sistema o ar externo passa por um painel poroso umedecido, para então, ser lançado para o interior do edifício. Esse painel é constituído por material que não contamine o ar ou a água, como por exemplo tecido ou argila expandida, através de uma bomba elétrica a água circula do reservatório para a parte superior do painel; a água não utilizada na evaporação é coletada e reaproveitada no processo (MASIERO, 2006).

## 2.7 Sistema De Aquecimento Em Aviários

Os sistemas de aquecimento em aviários pode ser dividido em dois grupos, o aquecimento central e o aquecimento local, o primeiro grupo se constitui no aquecimento relativamente homogêneo do ambiente, o segundo grupo se constitui do aquecimento da superfície do ambiente é uma técnica bem eficiente na economia de energia, visto que o aquecimento só é realizado no local onde ficam as aves (ABREU, 2003).

Entre os tipos de aquecedores, existem os elétricos que são as campânulas elétricas, as lâmpadas infravermelhas e as resistências embutidas nos pisos (ABREU, 2003).

Cordeiro *et al.* (2010) realizaram uma pesquisa no sul do Brasil com três sistemas de aquecimento para aves: fornalha a lenha que realiza o aquecimento indireto do ar, campânulas infravermelhas a gás, e tambores de aquecimento por radiação com aquecimento suplementar de campânulas infravermelhas a gás. Neste estudo, observaram que o sistema de aquecimento de tambores associados às campânulas é o mais eficiente para o aquecimento na temperatura de conforto térmico das aves, e o que apresentou desempenho produtivo, na primeira e na segunda semana de vida, mais significativo.

Vigoderis (2006) em um estudo durante o período de inverno brasileiro no estado de Santa Catarina, analisou três sistemas de aquecimento, sendo eles: campânulas infravermelhas a gás (C), fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar (FI) e tambores de aquecimento por radiação auxiliado pelo aquecimento de campânulas infravermelhas a gás (T); ele observou que apesar de nenhum dos sistemas garantir condições de conforto térmico para as aves durante todo o período do dia, o sistema mais eficiente foi o sistema T, seguido pelos sistemas FI e C. Em relação aos custos, o sistema FI foi o que apresentou o menor, seguido pelos sistemas T e C.

Abreu *et al.* (2000) realizaram uma pesquisa com seis sistemas de aquecimento: placa de fibra de vidro sem cobertura de lona plástica (FSC); placa de fibra de vidro com cobertura de lona plástica (FCC); resistência embutida no piso sem cobertura de lona plástica (ESC); resistência embutida no piso com cobertura de lona plástica (ECC); placa de argamassa armada sem cobertura de lona plástica (PSC); e placa de argamassa armada com cobertura de lona plástica (PCC). Assim, observaram que o sistema que mais consumiu energia elétrica foi o PSC e o que menos consumiu energia elétrica foi o FCC. Entretanto, apesar de o PCC ser o segundo sistema mais eficiente, ele foi o indicado para o aquecimento inicial das aves por proporcionar condições térmicas mais satisfatórias e maior margem bruta no final do período de criação.

## 2.8 Consumo de energia elétrica em aviários

Na produção de produtos de origem animal é essencial que o gerenciamento das condições ambientais seja eficiente, sendo este um importante fator na redução dos custos totais de produção. Na cadeia de produção de frango de corte, o controle eficiente do ambiente beneficia todo o processo de produção (AVIAGEN, 2010). Em uma análise dos riscos sobre o preço do frango, produtividade e custos de produção, os sistemas climatizados são uma alternativa vantajosa ao produtor por apresentarem menor risco (MELO; SILVA; ESPERANCINI, 2008).

Turco, Ferreira e Furlan (2002) realizaram um estudo para verificar a energia consumida pelos equipamentos elétricos (Tabela 1) em um aviário no estado de São Paulo.

Tabela 1- consumo de energia em kWh por equipamentos elétricos, durante o inverno e o verão

Equipamentos utilizados	Consumo de energia no inverno (kWh)	Consumo de energia no verão (kWh)
Nebulizador	0	459,5306
Ventiladores	462,9076	704,4300
Lâmpadas	788,2700	697,5000
Comedouros	120,3200	124,1597
Consumo total de energia elétrica	1371,4976	1985,6203

Fonte: TURCO, FERREIRA, FURLAN, 2002. Organizado pela autora.

Conforme mostra a Tabela 1, no inverno o equipamento que mais apresentou consumo de energia elétrica foi o sistema de iluminação seguido pelos ventiladores e comedouros, nesse período para a produção de cada frango de corte foi utilizado 0,1306 kWh, assim a produção de cada frango teve um custo de R\$ 0,0201. No verão o equipamento que mais utilizou energia elétrica foi o ventilador, seguido pelas lâmpadas, nebulizadores e comedouros, e a produção de cada frango de corte teve um custo de R\$ 0,0291.

Em um outro estudo de Ferreira e Turco (2000), através de uma avaliação do consumo de energia elétrica em aviários verificou-se que o sistema de iluminação é o que mais consome energia elétrica seguido pelo sistema de ventilação e nebulização, e que os comedouros são os que menos consomem energia

elétrica. Os autores também verificaram os custos de energia gastos por cada sistema, e observaram que os sistemas que consomem mais energia também geram custos maiores, e os que consomem menos energia geram custos menores.

Segundo Costantino *et al.* (2016), o maior uso de energia em aviários está relacionado ao controle da temperatura ambiental (aquecimento, refrigeração, ventilação e iluminação), correspondendo a 75,5% do consumo total de energia elétrica. A ventilação e o resfriamento representam 39,5% da energia elétrica consumida, seguido por 26,9% do aquecimento elétrico e 9,1% da iluminação.

Maino (2018) analisou dois galpões dark house instalados na região oeste do Paraná, um com cortina preta e outro com cortina prata, e verificou que, em um período de 7 dias, o primeiro galpão teve um consumo de energia elétrica de 377,074 kWh e no segundo galpão o consumo foi de 438,398 kWh, também foi verificado que o consumo de energia por ave foi de 0,0120 kWh/ave e 0,0130 kWh/ave alojada respectivamente. Rovaris (2015) por sua vez, ao estudar dois galpões dark house, também na região oeste do Paraná, um sem e outro com isolamento térmico, observou que, em um período de 43 dias no primeiro galpão foram consumidos 4510,94 kWh de energia elétrica, o que correspondeu a 0,2078 kWh por ave alojada, a 2,50 kWh por metro quadrado e 0,0743 kWh por quilo de frango vivo. No segundo galpão, o consumo de energia elétrica foi de 3756 kWh, o que representa 0,1374 kWh por ave alojada, a 1,79 kWh por metro quadrado e a 0,0518 por quilo de frango vivo.

Segundo Costa e Lopes (2006), para um galpão convencional com área de 1.200 m<sup>2</sup>, o consumo elétrico médio é de aproximadamente 1.200 kWh/mês. Para a Organização das Cooperativas do Paraná (OCEPAR, 2007), os gastos com energia elétrica para um galpão com as mesmas medidas são de 5.000 kWh por lote. Para Miele *et al.* (2010), os custos com energia elétrica, por lote de frango, no sistema convencional é de 1.400 kWh, no sistema automático é de 1.770 kWh e no sistema climatizado é de 13.560 kWh.

Dimensionar e regular os equipamentos do sistema Dark House de forma efetiva representa uma diminuição no consumo de energia elétrica. O material de fechamento desses aviários também é um fator importante, pois a baixa variação climática entre o ambiente interno e externo resulta em menor consumo de energia (FERREIRA, 2017). Portanto, tornar o aviário eficiente em termos de eletricidade representa melhores resultados para a produção de aves com menor uso de energia

elétrica e conseqüente economia para o produtor.

## **2.9 Construção em contêiner**

Os contêineres surgiram durante a Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), e seu uso inicial era destinado a cofres de aço que eram utilizados em transportes ferroviários até os portos e navios (RIBEIRO, 2011). No ano de 1955, o uso desse artigo se expandiu após o americano Malcom McLean, fundador da *Sea Land Service* adquirir 37 navios adaptados para o transporte de contêineres, compra essa que potencializou o uso dos contêineres nos transportes marítimos (LUDOVICO, 2007).

Com isso o processo de logística se tornou muito mais simples e revolucionou o cenário de transportes de cargas, pois um único contêiner poderia ser levantado de um veículo para outro, ou para o navio, sem que sua carga precisasse ser descarregada primeiro. Nos dias atuais, aproximadamente 90% das mercadorias são transportadas por meio de contêineres (VERDERBER, 2016). Porém, a vida útil de uso do container é de cerca de 10 anos e após esse período são descartados. Desta forma, é necessário dar um destino correto a eles, a fim de evitar o grande acúmulo dessas peças no contexto urbano portuário (MILANEZE *et al.*, 2012).

Assim, o container ganhou novas funções além do transporte de cargas. Inicialmente, seu uso na construção civil foi para a produção de abrigos improvisados como refúgio de emergência em lugares que sofrem com guerras, terremotos ou desastres naturais. Aos poucos, o container foi conquistando espaço nessa área, com a construção de obras residenciais, comerciais e industriais, tornando-se uma opção à tradicional alvenaria (contêineres disponíveis; na linha de refrigerados temos: Insulated Container (IN), Integrated Reefer Container (RF / RH), Insulated Hanging Cargo (IH); Flat Rack Container (FR); Platform (PL), entre outros. Para a construção civil, o modelo mais utilizado é o Dry de 20 e 40 pés (BARBOSA *et al.*, 2017). Na Tabela 2 são apresentadas as dimensões gerais e internas mínimas, e aberturas das portas para contêineres de uso geral, de acordo com as especificações padronizadas pela ISO (International Standards Organization) 668.

Tabela 2- Dimensões gerais dos contêineres de acordo com a ISSO 668

	Dimensões			Dimensões Mínimas		Internas	Dimensões mínimas de abertura da porta		
	C	L	A	C	L	A	C	L	A
20'	6.058	2.438	2.591	5.898	2.350	2.350	-	2.337	2.261
40'	12.192	2.438	2.591 ou 2.896	12.029	2.350	2.667	-	2.337	2.261 ou 2.565
45'	13.716	2.438	2.896	13.556	2.350	2.667	-	2.337	2.565

Fonte: HAPAG-LLOYD (2020). Adaptado pela autora.

Notas: C = comprimento; L = largura; A = altura. Medidas em metro.

De acordo com a Trade Works (2018), o contêiner é destinado ao acondicionamento e transportes de cargas em navios, trens, entre outros transportes, existindo em diversas tipologias, com cada modelo destinado a um tipo de carga conforme mostra a figura 7.

<p>Dry 20' e 40'</p>	<p>Utilizado para: Cargas gerais não perecíveis de alta relação, peso e volume. Muito usado para transportar alimentos, roupas, móveis etc.</p>
<p>High Cube 40'</p>	<p>Utilizado para: São semelhantes em estrutura aos containers Dry 40', porém mais altos.</p>
<p>Refrigerado (Reefer) 20' e 40'</p>	<p>Utilizado para: Transporte de cargas perecíveis que precisam estar acondicionadas sob temperaturas controladas e constantes.</p>
<p>Open Top 20' e 40'</p>	<p>Utilizado para: Cargas irregulares que só podem ser carregadas por cima.</p>
<p>Graneleiro (Bulk) 20'</p>	<p>Utilizado para: Projetado para o transporte de cargas secas carregadas por abertura no teto do contêiner e descarregadas por aberturas em um dos lados do container.</p>

Figura 7 - Tipos de Contêineres

Fonte: Trade Works (2018). Adaptado pela autora.

Os contêineres possuem 8 faces, e cada superfície conta com peças metálicas com características adequadas às funções que devem desempenhar; já para a estrutura, o contêiner conta com vários pórticos de perfis metálicos (Figura 4).

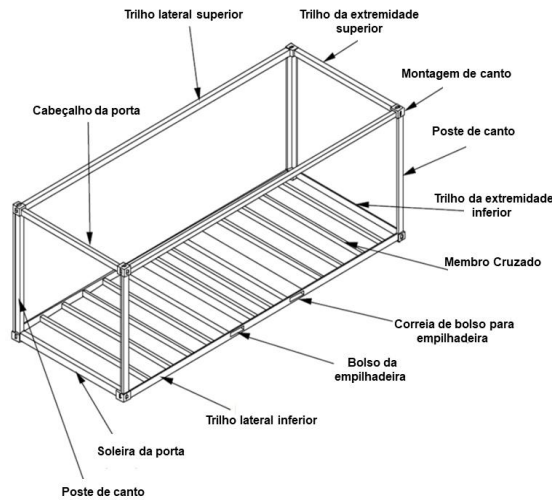


Figura 8 - Estrutura do contêiner

Fonte: Residential Shipping Container Primer (2019). Adaptado pela autora.

Junto a essa estrutura são soldadas as chapas metálicas e cada uma das superfícies é denominada de acordo com sua posição no conjunto, o qual é denominado de estrutura secundária. Desta forma, no contêiner se tem duas superfícies laterais, a face frontal e a face da porta, a face superior e a face inferior (Figura 9).

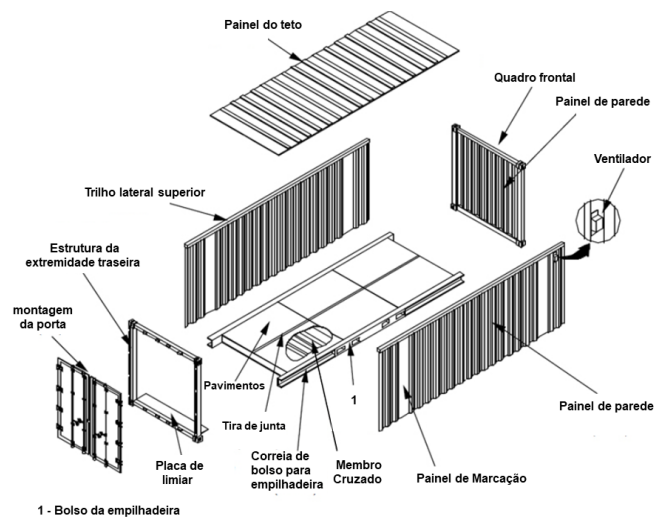


Figura 9 - Estrutura secundária do contêiner

Fonte: Residential Shipping Container Primer (2019). Adaptado pela autora.

Segundo França Jr. (2017), independentemente da tipologia do contêiner, a



estrutura primária deles é sempre a mesma, exceto para os tipos aberto, plano e tanque. Essa estrutura resistente permite que, na construção, sejam empilhados nove andares de contêineres com uma carga de 25 toneladas por andar, sem que haja comprometimento da estrutura (BARBOSA *et al.*, 2017).

Entre as vantagens para as construções em contêiner estão: o reuso deste material, que, por não ser biodegradável, ficaria anos agredindo o meio ambiente, a rapidez e eficiência na execução do projeto, além da flexibilidade modular, pois a qualquer momento pode-se incluir novos contêineres na edificação, além da facilidade para desmontar e montar em outros lugares quando convier ao cliente. Esse tipo de construção dispensa diversas etapas da construção em alvenaria, como grandes fundações, aterros e terraplanagem (BARBOSA *et al.*, 2017; BOZEDA; FIALHO, 2016). Outro ponto positivo das construções em contêiner é que elas são mais econômicas que as construções convencionais em alvenaria, podendo chegar a uma economia de 17,72% a 30% nos custos finais da edificação (ALMEDA; PINHEIRO; OLIVEIRA, 2016; BELLATO; BEDIN, 2018; MACARI; MADUREIRA, 2016).

Entretanto, para as construções em contêiner é necessário realizar um isolamento térmico e acústico. O isolamento térmico vai definir o consumo de energia elétrica e o conforto térmico dentro do ambiente, também é este isolamento que vai prevenir perdas de energia na edificação (AZEVEDO; COSTA; ROCHA, 2016). Em relação ao conforto térmico, Asfour (2019) observou que o isolamento térmico com placa de poliestireno e gesso reduziu efetivamente a temperatura interna no contêiner em 1,3°C durante o verão e aumentou a temperatura interna em 2,5°C no inverno.

## **2.10 Softwares utilizados para modelagem e análise de desempenho energético**

O BIM (*Building Information Modeling*), ou traduzindo para o português modelagem da informação da construção, é um conceito de modelagem que reproduz de maneira digital as propriedades físicas e funcionais da edificação, modelagem esta que possibilita a integração e o compartilhamento em tempo real de informações. Além da construção em duas dimensões, no BIM as informações também são dispostas tridimensionalmente, e esta metodologia já é utilizada há

muitos anos na Europa e nos Estados Unidos (FIESP, 2016).

No Brasil, o decreto nº 9.377/2018 instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling, com a finalidade de promover a difusão da tecnologia BIM no país (BRASIL, 2018).

O *Revit Building* da AutoDesk faz parte da tecnologia BIM. Nesse programa existem famílias de objetos tais como paredes, pisos e coberturas, sendo que cada família compreende alguns componentes, como por exemplo: para a família parede, existem componentes como parede interior, parede exterior, etc.; neste programa cada elemento tem propriedades paramétricas determinadas, algumas das quais possuem fórmulas embutidas que se referem a um desempenho do objeto modelado (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

O *Green Building Studio* utiliza o algoritmo de simulação DOE 2.2, um mecanismo validado pelo Laboratório Nacional Lawrence Berkeley e pelo Laboratório Nacional Los Alamos (AUTODESK, 2013), através do qual os dados de saída são exibidos por meio de gráficos e tabelas fáceis de identificar; também são mostrados os dados climáticos locais, como ventos, temperatura e umidade, dados de cargas térmicas anuais mostrando os ganhos e perdas de calor e em qual elemento isto ocorre (parede, teto, janela, entre outros), como também os dados de consumo energético da edificação (PIMENTEL; BARBOSA; SOUZA, 2020).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em três fases, conforme metodologia proposta por Dalmina Junior (2018). Na primeira fase foram desenvolvidos 2 modelos de desenho paramétricos, já na segunda fase foram elaboradas as análises dos elementos externos como ventilação e insolação do local onde os modelos analisados foram expostos, e na terceira fase foi realizada a análise computacional onde foi possível obter os dados e realizar as comparações dos modelos arquitetônicos.

Para execução da análise dos modelos foi escolhida a cidade de Cascavel – PR (figura 10) localizada na região oeste do estado.



Figura 10 - Localização cidade de Cascavel  
Fonte: UNIOESTE, 2018.

O estudo foi realizado através de dados computacionais, primeiramente em decorrência do alto valor para aquisição de contêiner para a pesquisa, segundo, em virtude do período de pandemia do Covid-19 pelo qual passa o Brasil, o que dificultou também a realização da pesquisa em campo.

Para a realização do trabalho, foi aplicada a análise de dados da estação meteorológica de Cascavel, que se localiza na Latitude = 24,9333, Longitude = 53,4667, para que as construções estivessem submetidas às mesmas condições e intempéries, podendo assim avaliar o desempenho de cada modelo e seu desempenho energético. Ambos os aviários foram rotacionados 45° do eixo norte, assim a face frontal dos aviários (largura) ficou posicionada no eixo nordeste-sudoeste, para que a insolação atingisse o aviário por um período menor no ano.

Foram analisados e comparados dois modelos arquitetônicos, o primeiro modelo é o dark House, um dos mais utilizados no mercado, sua temperatura interna é controlada por sistema de exaustão por pressão negativa e a iluminação é totalmente artificial e controlada automaticamente. Quanto ao segundo modelo proposto para o estudo, temos um aviário em contêiner que conta com os mesmos sistemas do modelo dark house.

O estudo foi desenvolvido por meio do sistema computacional Revit, em modelos paramétricos, nos quais foram especificados as dimensões e materiais utilizados. A análise do consumo energético foi realizada pelo software Green Building Studio da Autodesk, possibilitando comparar o modelo desenvolvido com os modelos utilizados no mercado. Os modelos foram testados a fim de comparar-se o consumo de energia entre eles, observado o mais adaptado ao clima do local de implantação do estudo. Posteriormente, foram analisados os resultados de consumo de energia através de gráficos nos quais são apontados os gastos de energia de cada modelo.

### **3.1 Sistemas computacionais utilizados no trabalho**

O método de avaliação da pesquisa foi por meio de processo computacional utilizando os programas da Autodesk. Para a modelagem arquitetônica dos aviários, foi utilizado o programa Revit. A análise de eficiência energética foi realizada pelo programa *Green Building Studio*, que gerou os dados de temperatura, transferência de calor, consumo de energia entre outros.

#### **3.1.1 Software BIM (Building Information Modeling) Revit**

A metodologia se iniciou com a modelagem computacional, no programa Revit versão 2018, dos dois modelos de aviários, sendo o dark house o primeiro modelo de aviário, e o modelo de aviário em contêiner o segundo (figura 11). Foram desenvolvidos planta baixa, cortes, fachadas e modelagem 3D, também foi realizado o detalhamento e especificações dos aviários.

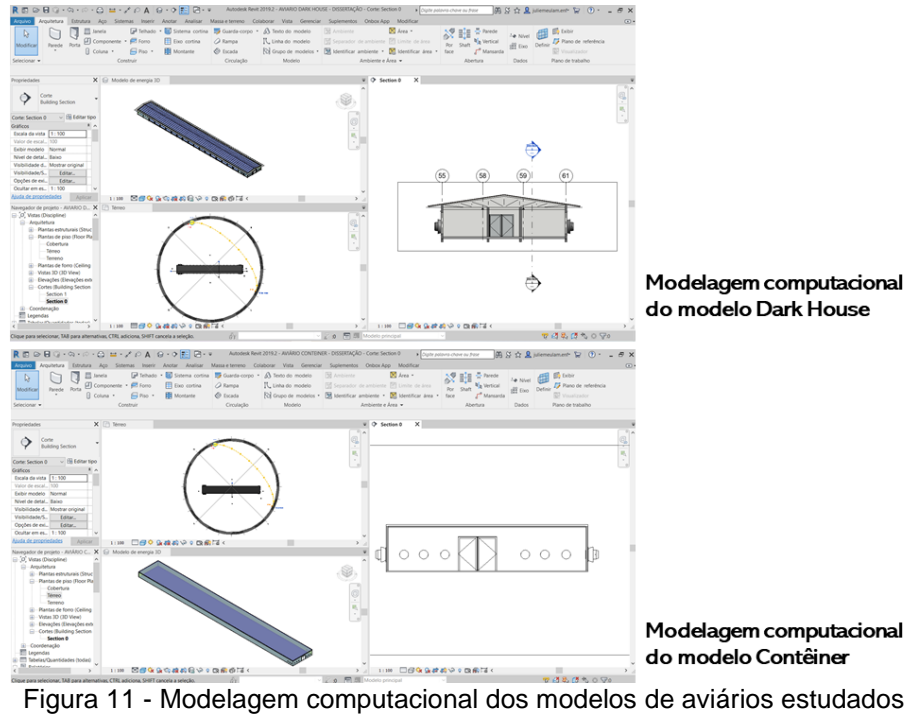


Figura 11 - Modelagem computacional dos modelos de aviários estudados

Para o aviário dark house o projeto foi desenvolvido conforme referência em edificações já existentes e modelos analisados durante a pesquisa bibliográfica, mantendo as características físicas e construtivas dos mesmos. Para o modelo proposto para este estudo, foi realizada modelagem em contêiner, com as mesmas dimensões do modelo dark house, mantendo os equipamentos que constam nas edificações dark house.

Após a modelagem dos modelos, foram configurados os elementos construtivos e os equipamentos elétricos, tais como os disponíveis nos aviários dark house. Nas especificações dos materiais, foram avaliados itens como espessura das paredes, condutividade térmica, calor específico e densidade; elementos esses que são calculados automaticamente pelo programa Revit a partir da resistência térmica e da superfície do componente construtivo, e assim foi criado o modelo de energia para realização da simulação de energia (figura 12).

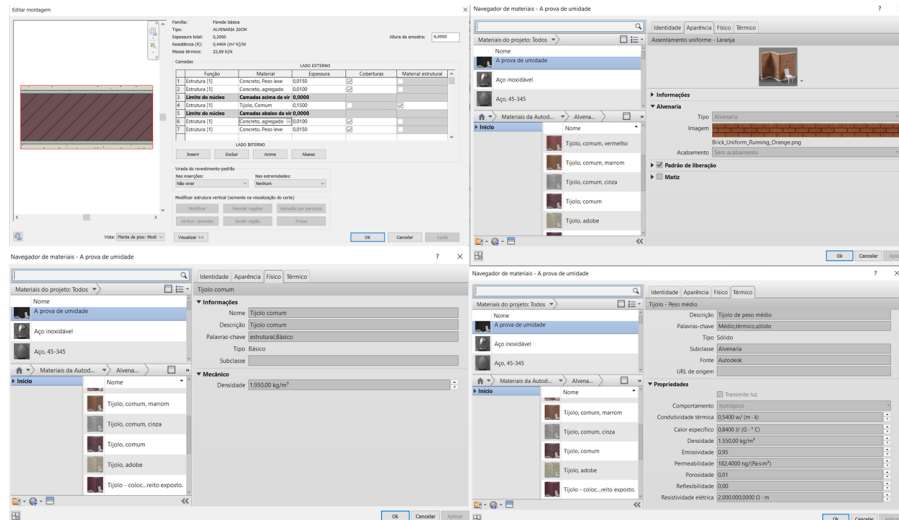


Figura 12 - Configuração dos materiais.

### 3.1.2 Software Green Building Studio

Para a simulação térmica, foi utilizado o programa *Green Building Studio*, que é um software de simulação de energia baseado em nuvem. Neste programa é possível fazer simulação de desempenho da construção a fim de otimizar a eficiência energética, além de fornecer ferramentas completas para análise de energia de edifícios do programa Revit (AUTODESK, 2013).

Para realizar a simulação de energia, após desenvolvidos os modelos de aviários no Revit, especificados todos os elementos de construção e equipamentos, localização e modo de análise (figura 13), foi escolhido o modo “análise de energia” e neste item foi selecionada a opção executar simulação de energia.

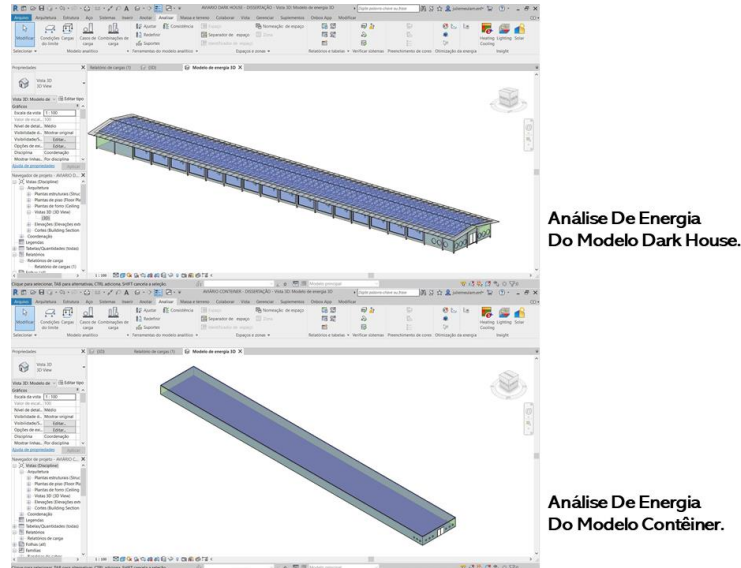


Figura 13 - Análise de energia dos modelos do estudo.

Na caixa de diálogos em “nome da execução” (Figura 14), foi escrito o nome do projeto a ser analisado, e em “Projeto do Green Building Studio” foi marcada a opção “criar novo” e selecionar o projeto de aviários realizados no Revit. Após essas etapas, é selecionada a opção “continuar”, o modelo analítico de energia é empacotado por um arquivo gbXML e enviado ao AutoDesk Green Building Studio para análise.

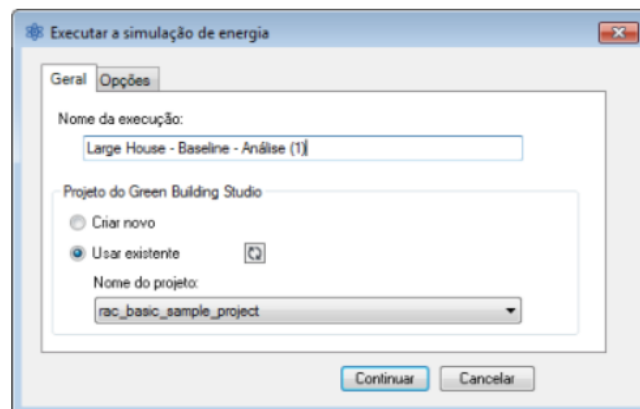


Figura 14- Caixa de diálogo do Revit para análise de energia  
Fonte: AutoDesk, 2020.

Posteriormente, é gerado um relatório com os dados e resultados da análise de consumo de energia e eficiência energética. Para abrir esse relatório, é preciso abrir o site do Green Building Studio, já estar logado, e então são apresentados os dados sobre a análise de energia dos aviários.

## 3.2 Modelos de aviários a serem analisados

Nos dois modelos estudados foram utilizados os mesmos equipamentos elétricos tais como lâmpadas, ventiladores, exaustores, e em ambos os projetos, a ventilação e a iluminação são totalmente automatizadas, isto é, dependem de equipamentos elétricos. Como um dos objetivos da pesquisa é avaliar a eficiência energética do modelo proposto, os equipamentos serão modelados e posicionados conforme a necessidade de cada um dos aviários.

Também foi considerada a mesma produção de calor pelas aves. Bianchi (2016) relata que cada ave gera cerca de 4W de calor por Kg, porém, para facilitar a conta ele considera que cada unidade de frango gera 10W de calor (figura 15).

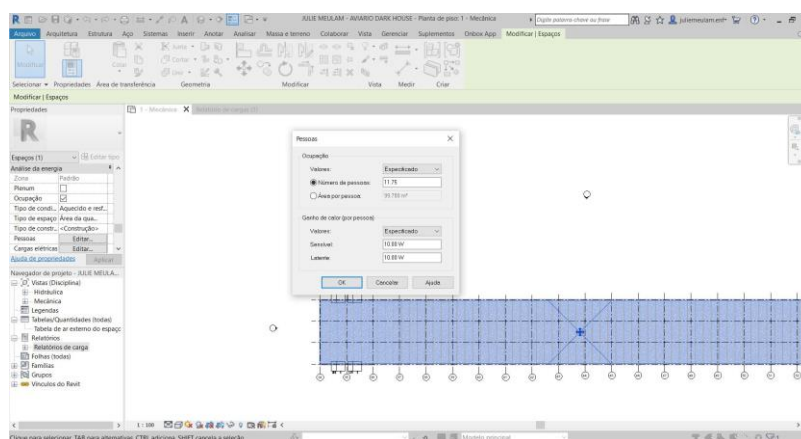


Figura 15 - Configuração de calor das aves.

### 3.2.1 Modelo dark house

O modelo dark house é semelhante ao proposto por Dalmina Jr. (2018), com dimensões de 12 metros de largura, 98 metros de comprimento, e 2,66 metros de pé direito, com um total de 1.176 m<sup>2</sup>, tendo a parte construtiva em alvenaria, com cobertura em estrutura de madeira e telha metálica trapezoidal e forro em lona plástica na coloração preta a fim de evitar a entrada de luz natural (Figura 16). Os fechamentos serão com lonas fixas em polietileno, desta forma o ambiente será totalmente escuro, podendo ser controlada a iluminação artificialmente.



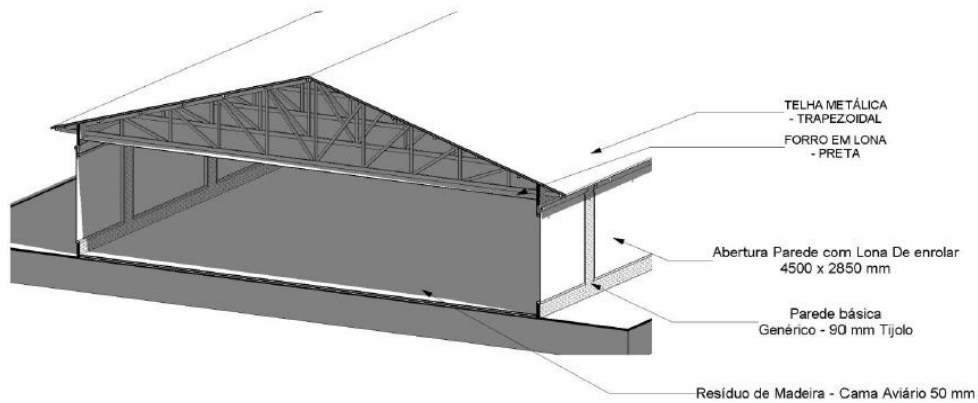


Figura 16- corte esquemático do aviário modelo dark house  
Fonte: Dalmina Jr. (2018).

Para o sistema de iluminação foram utilizadas lâmpadas fluorescentes compactas o regime de iluminação a ser utilizado será o 16L; 2D; 2L; 4D (figura 17).

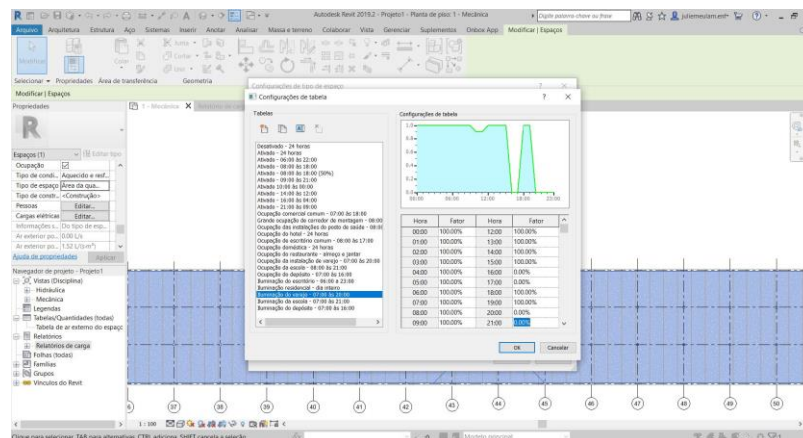


Figura 17 - Configuração das horas de iluminação dos aviários.

Segundo Brito (2008), a fórmula para obtenção da quantidade de lumens para iluminar esse tipo de ambiente se dá através da fórmula área x 20= lumens. Foi escolhida a lâmpada compacta Ecohome de 14 watts com (810 lumens). A fórmula para obtenção da quantidade de lâmpadas pode ser observar a seguir:

$$1.176m^2 \times 20 (lum) = 23.520 (lum)$$

$$23.520 (lum) \div 810 = 29,03 \text{ lâmpadas}$$

Foram utilizadas 30 lâmpadas em duas fileiras de 15 lâmpadas cada uma, durante toda a extensão interna da edificação.

Para vedação do modelo a ser desenvolvido neste trabalho foram utilizadas

cortinas em polietileno (Figura 18) de coloração preta no lado interno do aviário e reflexiva do lado externo do aviário (Dalmina Jr., 2018).



Figura 18 - Cortinas em polietileno  
Fonte: Troni, 2015.

Para o sistema de ventilação foram utilizados exaustores em pressão negativa (figura 19). No sistema de resfriamento foram utilizados resfriadores evaporativos ou pad cooling (figura 20), que é um sistema evaporativo, mantido constantemente umedecido, sendo que o ar passa através dele e se resfria antes de entrar no aviário (ABREU; ABREU, 2005).



Figura 19- Exaustores de pressão negativa em dark house  
Fonte: engormix, 2014.



Figura 20- Pad Cooling  
Fonte: Philips, 2020.

### 3.2.2 Aviário modelo contêiner

Para o projeto de aviário proposto para este trabalho, o modelo de contêiner selecionado foi o Dry 40' (Figura 21). O aviário é composto por 40 contêineres, sendo 1 contêiner na largura e 40 contêineres no comprimento, num total de 12,19 metros de largura por 97,20 metros de comprimento, totalizando 1.184,868 m<sup>2</sup>, e pé direito de 2,66.

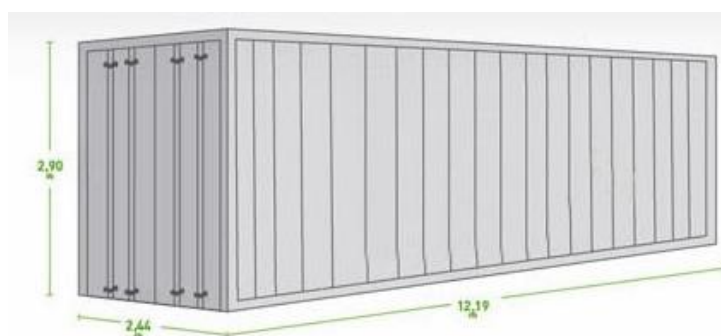


Figura 21 - Dimensões contêiner utilizado para o estudo.  
Fonte: Fazcomex, 2021.

Os contêineres avaliados no estudo são fabricados em aço corten. Os fechamentos laterais, posterior e superior, são fabricados em chapas corrugadas, e todos os painéis verticais e horizontais são soldados à estrutura principal, deste modo a resistência do contêiner é aumentada (SAWYERS, 2008).

Para o isolamento térmico nas laterais foram utilizados revestimentos de placa de poliestireno de 5mm e gesso com espessura de 2mm (figura 22). Quanto à cobertura, será utilizado telha trapezoidal.

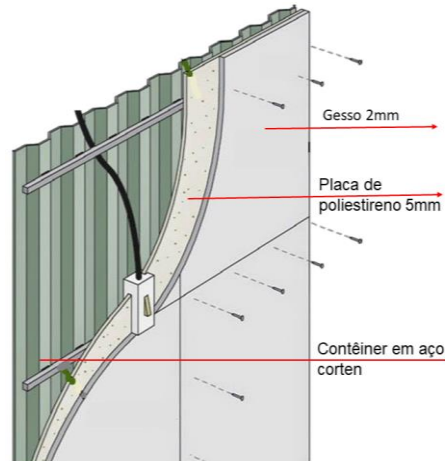


Figura 22- Esquema de isolamento em corte  
Fonte: Pinterest, 2020. Adaptado pela autora.

### 3.3 Ventilação e Temperatura Externa da Edificação

Foram analisados dados de temperatura e ventilação incidentes sobre os modelos propostos no período de um ano, os dados são em relação à frequência anual dos ventos, e faixas de temperatura anual e mensal.

Também foi analisada a incidência solar, para isso foi desenvolvida a carta solar da cidade de Cascavel – PR (Figura 23), através do *software Analysis SOL-AR*, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

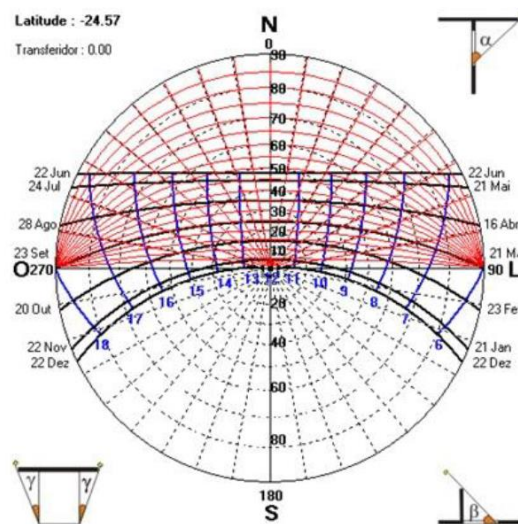


Figura 23 - Carta solar da cidade de Cascavel – PR  
Fonte: DALMINA JR. (2018).

Conforme pode-se observar na imagem, a fachada norte das edificações é a

que mais recebe incidência solar durante praticamente todo o ano, dos dias 21 de março a 23 de setembro. A avaliação dos ventos foi realizada pelo programa *Green Building Studio*, que permitiu a realização de uma rosa dos ventos da cidade, com base nos dados da estação meteorológica do local.

### **3.4 Análise do consumo de energia**

Para análise dos resultados, foram apresentados os dados de uso e custo do kWh/ano dos dois modelos, também foram apresentados os dados da utilização de energia por parte dos equipamentos empregados nas edificações, a carga mensal de aquecimento e resfriamento, e o consumo mensal de eletricidade. Todos esses dados foram realizados através do software Revit e validados pelo software *Green Building Studio*, que apresentou esses dados através de gráficos e dados dos modelos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados e aplicações de eficiência energética dos aviários dark house e contêiner. Os dados apresentados são fornecidos pelo software Green Building Studio da Autodesk, o qual faz a análise energética completa da edificação durante o período de um ano.

### 4.1 Análise de incidência de ventilação e de temperaturas externas à edificação

Para ambos os modelos de aviários foi utilizada a mesma estação meteorológica. Portanto, os dados de ventilação e temperatura são os mesmos para os dois modelos.

#### 4.1.1 Frequência anual dos ventos

De acordo com a distribuição da frequência dos ventos anual, a maior frequência dos ventos ocorre na fachada nordeste, com rajadas de vento de até 40 Km/h, seguido das regiões Leste–nordeste ou Lés–nordeste e Nor-nordeste (Figura 24).

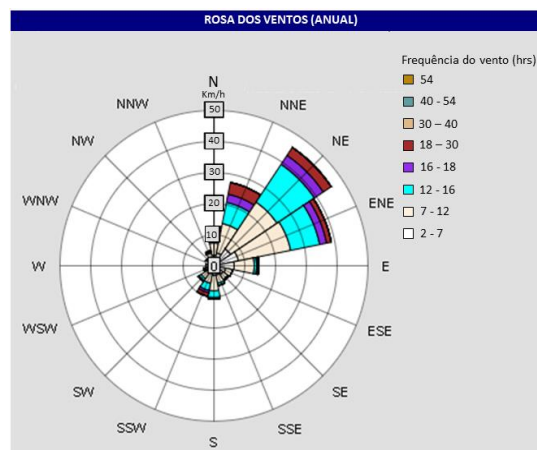


Figura 24 – Rosa dos Ventos da Estação Meteorológica, no local de implantação dos aviários.

Em relação à frequência de velocidade dos ventos, os de 7,22 a 11 Km/h são os mais frequentes, seguidos pelos ventos de 11 a 14,5 Km/h e 3,5 a 7,22 Km/h, já os ventos de 25 a 32,5 Km/h são os menos frequentes (Figura 25).

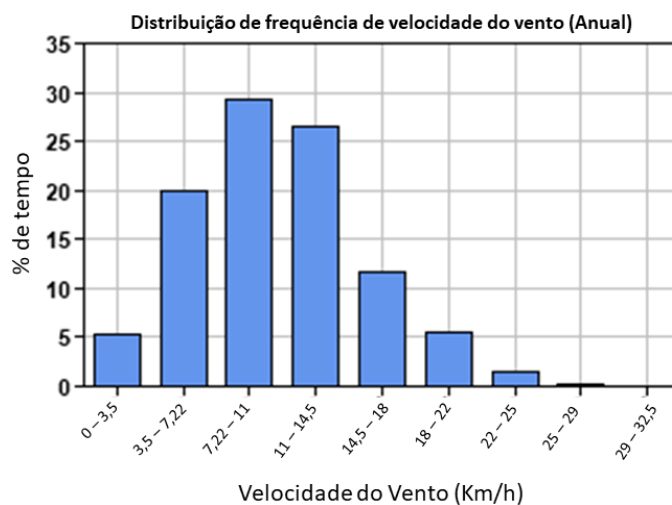


Figura 25- Distribuição de Frequência de Velocidade do Vento, da Estação Meteorológica, no local de implantação dos aviários.

A arquitetura tem o poder de modificar o microclima interno e externo dos ambientes, pois preserva o ambiente e evita situações desfavoráveis, como por exemplo, o excessivo consumo de energia (JORGE FILHO; COSTANZI; SOUZA, 2011). Desta forma, a arquitetura se desenvolve a partir da interação com o clima local, tendo como foco principal da edificação, o conforto ambiental do usuário (CORBELLA; YANNAS, 2009).

Em um projeto, o programa de necessidades deve relacionar a edificação ao local em que será inserida, devendo se atentar à topografia, à vegetação e ao estudo do clima, sem esquecer do uso de tecnologias na edificação, a fim de evitar desperdícios dos recursos naturais, poupando energia e contribuindo com a qualidade de vida do usuário (CORBELLA; CORNER, 2011).

A arquitetura rural possui um grande potencial para a utilização dos recursos naturais de climatização e iluminação, cabendo ao profissional, durante a realização da proposta arquitetônica, realizar um estudo do clima da região e identificar quais as estratégias são as mais adequadas para serem postas em prática no projeto (JORGE FILHO; COSTANZI; SOUZA, 2011).

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) citam diversas formas de planejar um



projeto objetivando o consumo de energia, entre essas formas algumas podem ser utilizadas nas áreas rurais, tais como: a orientação da edificação (em relação ao sol e aos ventos), uso da ventilação vertical, uso de áreas arborizadas, evaporação e molhagem do telhado, laje verde ou com água e utilização de brises.

#### 4.1.2 Temperatura de bulbo seco e bulbo úmido de aquecimento e de resfriamento

De acordo com Grimm (1999), a temperatura de bulbo seco é a temperatura do ar, sem nenhuma influência. Já na temperatura de bulbo úmido, o termômetro possui um pedaço de tecido amarrado em torno do bulbo, o qual é umedecido e exposto à corrente de ar contínua. Para a análise, verifica-se que a temperatura de bulbo úmido é menor, pois perde calor para evaporar a água, em decorrência desse processo, pois, quanto mais seco o ar mais fresca será a temperatura. Assim, quanto maior a diferença entre bulbo seco e bulbo úmido, menor será a umidade relativa do ar, e quanto menor a diferença entre esses bulbos, maior será a umidade relativa do ar.

A tabela 3 apresenta a relação entre bulbo seco e bulbo úmido, da estação meteorológica em que estão implantados os aviários do estudo.

Tabela 3 - Temperatura de bulbo úmido e bulbo seco, da estação meteorológica, no local de implantação dos modelos de aviários.

<b>Condições Anuais de Projeto</b>				
Limite*	Resfriamento		Aquecimento	
	Bulbo Seco (°C)	MCWB** (°C)	Bulbo Seco (°C)	MCWB** (°C)
0,1%	32,3	22,7	33,3	22,4
0,2%	32,1	23,1	33,5	23,1
0,4%	31,4	22,7	33,9	24,7
0,5%	31,0	23,6	34,2	25,9
1%	30,3	23,4	34,9	27,2
2%	29,6	23,1	35,9	28
2,5%	29,3	23,0	36,3	28,7
5%	28,4	22,7	38	31,2

\* Significa que a temperatura externa será excedida (na porcentagem correspondente) do número de horas durante um ano climático típico.

\*\* temperatura média de bulbo úmido coincidente

Conforme mostra a tabela 3, é possível observar altas temperaturas, durante



boa parte do tempo, principalmente quando a temperatura externa é excedida de 0,1 a 1% do tempo. A figura 26 demonstra variação da umidade relativa anual, indicando alta umidade ao longo do ano, com variação de umidade acima de 70 a 80%, por cerca de 69% do tempo.

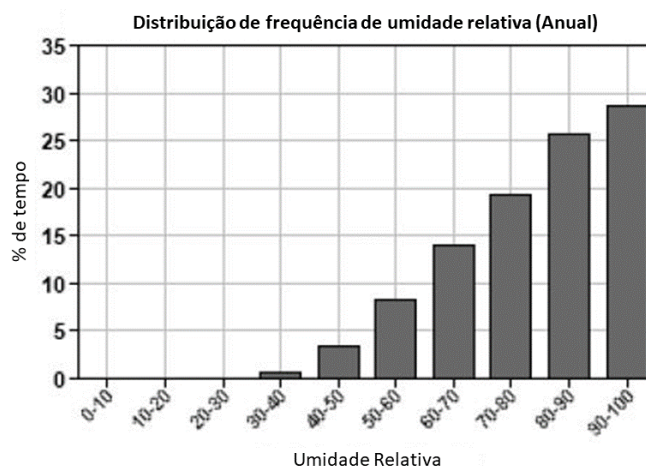


Figura 26 - Distribuição de frequência de umidade relativa anual, da Estação Meteorológica, no local de implantação dos aviários.

Essa alta umidade prejudica o crescimento das aves, visto que a umidade ideal para as aves é de 50 a 70%, e essa faixa de umidade é encontrada em somente em 22% do tempo durante todo o ano.

#### 4.2 Análise do consumo de energia e conforto térmico nos aviários analisados

A seguir, serão apresentados os dados gerados através da simulação realizada pelo software Green Building Studio, dos dois modelos de aviários analisados.

Para obtenção dos dados de uso e custo de energia, foram determinados, no software Revit da Autodesk, os materiais e suas especificações técnicas, como por exemplo, espessura e propriedades físicas e térmicas dos materiais. Também foram especificados os equipamentos elétricos, de ventilação e iluminação, sendo que essas especificações foram iguais para ambos os aviários estudados.

A quantidade de aves e de geração de calor também foi a mesma para ambos os modelos, modificando-se apenas os elementos arquitetônicos de construção dos aviários.

### 4.3 Utilização de energia elétrica nos aviários

Nas figuras 27 e 28 são apresentados os dados de consumo de energia com iluminação, ventilação (AVAC), aquecimento e equipamentos diversos utilizados nos modelos de aviários propostos.

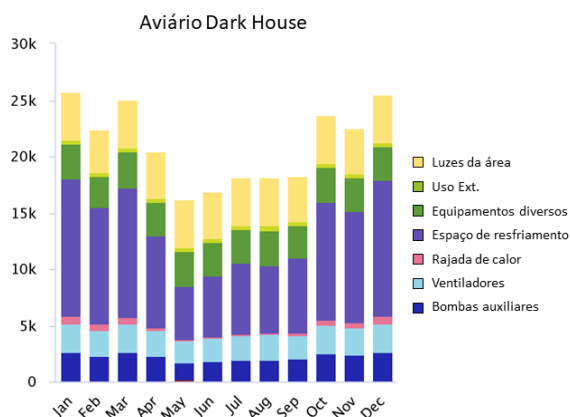


Figura 27 - Dados mensais de consumo de energia do aviário dark house.

Como apresentado na figura 27, os meses de janeiro, março e dezembro são os meses com maior consumo de energia elétrica, com consumo superior a 25.000 kWh, nesse modelo a demanda anual média de energia é de 21.567 kWh.

O resfriamento do ambiente representa a maior parte do consumo de energia (9.029 kWh) com 42% do total de energia utilizada no aviário, seguido pela iluminação (4.190,5 kWh) com 19% do consumo total de energia.

Os equipamentos diversos (3.035 kWh) representam 14% da energia consumida, os ventiladores (2.310,5 kWh) com 11% e as bombas auxiliares (2.271 kWh) com 10% do consumo total de energia.

Os itens que menos demandaram energia foram as rajadas de calor (359 kWh) e equipamentos de uso externo (372 kWh) com 2% do uso total de energia cada.

Dalmina Jr. (2018) observou em seu estudo que, nesse modelo de aviário, o resfriamento representou 78% dos gastos de eletricidade, enquanto o sistema de iluminação representou 14% e os equipamentos diversos tiveram 8% dos gastos com energia.

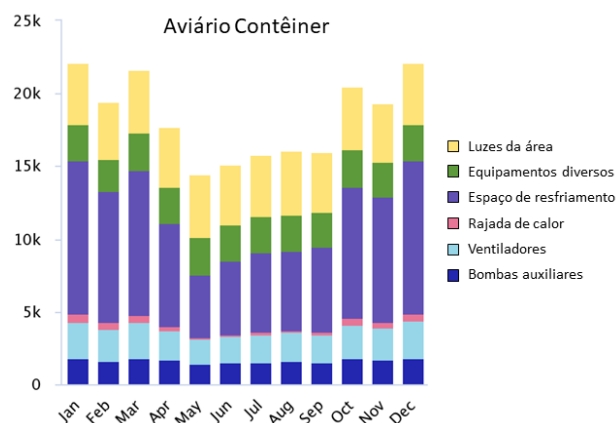


Figura 28- Dados mensais de consumo de energia do aviário Contêiner.

A figura 28 apresenta os dados do consumo de energia do aviário contêiner, onde é possível observar que os meses com maior demanda de energia elétrica foram os meses de janeiro, março, outubro e dezembro, com consumo superior a 20.000 kWh, nesse modelo a demanda anual média de energia é de 18.642 kWh.

No aviário contêiner, o resfriamento do ambiente representa a maior parte do consumo de energia (7.825 kWh) com 42% do total de energia utilizada no aviário, a iluminação (4.225,5 kWh) representa 22% do consumo total de energia.

Os equipamentos diversos (2.496 kWh) representam 13% da energia consumida, os ventiladores (2.101 kWh) 12%, as bombas auxiliares (1.665 kWh) 9% do consumo total de energia, e as rajadas de calor representam o menor consumo de energia (329,5 kWh) com 2% do consumo total de energia.

É possível observar que o aviário dark house consumiu uma média de 21.567 kWh de energia, enquanto o aviário contêiner consumiu em média 18.642 kWh de energia, o que representa que o aviário contêiner usou 13,54% menos energia que o aviário dark house.

Dalmina Jr. (2018) em sua pesquisa, constatou que aviários com brises e ventilação cruzada demandam 20,97% menos energia do que o modelo convencional aberto, e demandam 58,21% menos energia do que os modelos dark house.

#### 4.4 Simulação de despesa de consumo de energia

Na figura 29 e 30 são apresentados os dados com gastos de energia com

iluminação, ventilação (AVAC), aquecimento e equipamentos diversos utilizados nos modelos de aviários propostos.

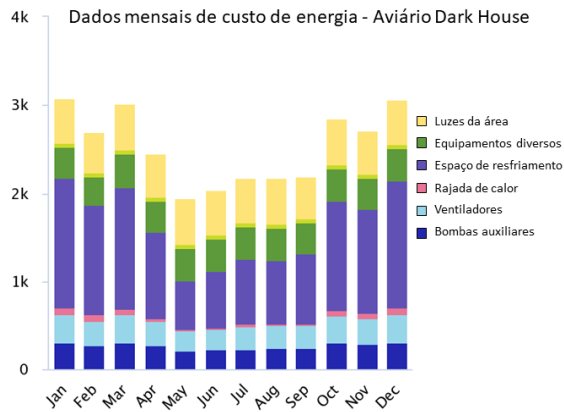


Figura 29- Dados mensais do custo de energia para o aviário dark house.

A figura 29 apresenta os dados de custo de energia do aviário dark house. 41,86% dos custos de energia são referentes ao resfriamento do aviário, em seguida a iluminação representa 19,43%, e os equipamentos diversos, 14,08% dos custos; os ventiladores e as bombas auxiliares representam 10,73% e 10,53% dos custos respectivamente, e os equipamentos de uso externo e as rajadas de calor representam o valor menor com 1,71% e 1,66% dos custos cada.

Observa-se também que os meses com maior custo de energia são os meses de janeiro, março e dezembro, quando os custos com energia ultrapassam três mil dólares em cada mês, já o mês de maio é o que tem o menor custo de energia com pouco menos de dois mil dólares. Entretanto, a média anual do custo de energia do aviário é de U\$2.575 dólares.

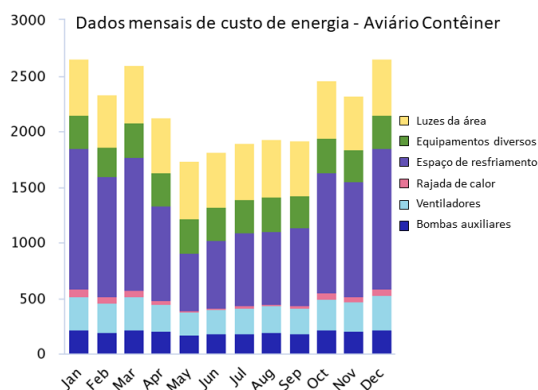


Figura 30- Dados mensais do custo de energia para o aviário Contêiner.

A figura 30 apresenta os dados do custo de energia do aviário Contêiner, assim

como no aviário Dark House, o maior custo com energia é representado pelo resfriamento do aviário com 44,80%. A iluminação representa 21,56% dos custos e os equipamentos diversos representam 12,73%. Em seguida, os ventiladores com 10,71% e as bombas auxiliares com 8,5%. O aquecimento do aviário é responsável por 1,67% dos custos totais com energia.

Observa-se que os meses com maior custo de energia são janeiro, março e dezembro, quando os custos com energia ultrapassam U\$ 2.500 dólares, e maio é o mês com menor custo de energia com U\$ 1.730 dólares. A média anual do custo de energia para o aviário contêiner é de U\$ 2.226 dólares, o que representa uma economia de 13,54% quando comparado ao aviário dark house.

#### 4.5 Cargas de aquecimento e resfriamento

As tabelas 4 e 5 apresentam a demanda energética para aquecimento do ambiente interno, bem como os fatores de ganho e de perda de calor da edificação, e os locais onde ocorrem esses ganhos e perdas.

Tabela 4 - Carga mensal aquecimento e resfriamento aviário dark house

<b>Aquecimento</b>	<b>Total (W)</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Nordeste (W)</b>	<b>Sul este (W)</b>	<b>Noroeste (W)</b>	<b>Sud este (W)</b>
Parede	276.680	87,26	8.132	71.736	177.269	19.542
Porta	293	0,09	293	0	0	0
Iluminação	23.454	7,40	-	-	-	-
Alimentação	16.418	5,18	-	-	-	-
Aves	234	0,07	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>317.079</b>	<b>100</b>	<b>8.425</b>	<b>71.736</b>	<b>177.269</b>	<b>19.542</b>
<b>Refrigeração</b>	<b>Total (W)</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Nordeste (W)</b>	<b>Sul este (W)</b>	<b>Noroeste (W)</b>	<b>Sud este (W)</b>
Parede	178.838	99,82	8.850	79.685	79.666	10.637
Porta	316	0,18	316	0	0	0
<b>Total</b>	<b>179.153</b>	<b>100</b>	<b>9.166</b>	<b>79.685</b>	<b>79.666</b>	<b>10.637</b>

No modelo dark house, o principal ganho de aquecimento se dá em razão do aquecimento de superfícies como paredes e porta. Nas paredes, as orientações sudeste e noroeste são as que mais aquecem, sendo a nordeste a que tem menor aquecimento. A iluminação e alimentação também são itens que também geram maior aquecimento ao aviário. Já a refrigeração ocorre em função principalmente da perda de calor pelas paredes e portas.

Tabela 5 - Carga mensal aquecimento e resfriamento aviário Contêiner

<b>Aquecimento</b>	<b>Total (W)</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Nordeste (W)</b>	<b>Sul este (W)</b>	<b>Noroeste (W)</b>	<b>Sudeste (W)</b>
Parede	8.864	12,35	266	2.411	5.594	592
Porta	280	0,39	280	0	0	0
Iluminação	23.079	32,14	-	-	-	-
Alimentação	16.155	22,50	-	-	-	-
Aves	23.420	32,62	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>71.798</b>	<b>100</b>	<b>547</b>	<b>2.411</b>	<b>5.594</b>	<b>592</b>
<b>Refrigeração</b>	<b>Total (W)</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Nordeste (W)</b>	<b>Sul este (W)</b>	<b>Noroeste (W)</b>	<b>Sudeste (W)</b>
Parede	6.100	95,29	286	2.736	2.736	343
Porta	301	4,71	301	0	0	0
<b>Total</b>	<b>6.402</b>	<b>100</b>	<b>587</b>	<b>2.736</b>	<b>2.736</b>	<b>343</b>

No modelo Contêiner, o principal ganho de aquecimento ocorre pelas aves e pela iluminação, seguidos pela alimentação. Já a refrigeração ocorre em função principalmente da perda de calor pelas paredes e portas.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo buscou comparar dois modelos arquitetônicos de aviários de frango de corte, o dark house e o contêiner. O modelo dark house já é amplamente utilizado, o qual teve mantidas suas características construtivas para o projeto. Já o aviário Contêiner foi desenvolvido como um modelo proposto para o estudo.

O modelo Contêiner se mostrou eficiente no bloqueio da radiação solar, visto que houve diminuição da condução térmica no interior do ambiente, podendo ser observado pela queda no consumo de energia elétrica utilizado para resfriamento do ambiente.

O consumo com iluminação foi praticamente igual em ambos os modelos estudados, porém o aviário Contêiner utilizou em média 0,82% mais energia para a iluminação do que o aviário dark house. Esse consumo levemente maior ocorre devido à vedação de todas as laterais do aviário proposto.

A simulação computacional permitiu observar os elementos construtivos das edificações, tais como paredes, portas, cobertura, iluminação e a presença de aves nos aviários. Com isso foi possível analisar os principais elementos responsáveis pelo aquecimento e resfriamento dos aviários.

O modelo de aviário contêiner, por se tratar de um modelo totalmente fechado, o qual sofre pouca interferência do meio externo, tem as aves como seu principal responsável pelo ganho de calor; sendo as paredes e portas os principais meios de perdas de temperatura.

Por se tratar de um modelo totalmente fechado e por não depender exclusivamente do clima externo, no modelo dark house o maior responsável pelo ganho térmico são as paredes e a iluminação e alimentação, e o principal fator de perda de calor são os fechamentos laterais e a cobertura da edificação.

O modelo desenvolvido para o estudo teve uma economia média em custos e uso de energia, assim o aviário contêiner mostrou-se 13,54% mais eficiente energeticamente do que o aviário dark House. O que confirma a hipótese da pesquisa de que o uso de contêineres com isolamento térmico melhora a temperatura ambiente e a eficiência energética do aviário.

Para trabalhos futuros esta pesquisa pode se apresentar como base referencial, pois este estudo pode ser desmembrado em diversos novos estudos,

tais como estudo de análise e viabilidade econômica do aviário contêiner, estudo com diversos tipos de isolamento térmico a fim de determinar o melhor tipo de isolante e também a possibilidade de estudo de campo.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N. Resfriamento de Aviário: Caracterização dos Sistemas de Resfriamento Evaporativo (Adiabático). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Suínos e Aves Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2005. Disponível em: <https://cutt.ly/lkMkdTJ>. Acesso em 05/08/2018.

ABREU, P.G. de; ABREU, V.M.N. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000b. 50p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63). Disponível em: <https://cutt.ly/FkMkmMQ>. Acesso em 13/07/2018.

ABREU, P.G. *et al.* Desempenho Produtivo e Bioeconômico de Frangos de Corte Criados em Diferentes Sistemas de Aquecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.29, n. 1, p. 159-167, Fev. 2000. Disponível em: <https://cutt.ly/JkMkHvq>. Acesso em 14/07/2018.

ABREU, P.G. *et al.* Evaluation of litter material and ventilation systems on poultry production: II. Thermal comfort. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.6, p.1356-1363, 2011.

ABREU, P.G. Modelos de Aquecimento. **In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA**, 2003. Anais IV Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0304\\_bsa.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0304_bsa.pdf). Acesso em 14/07/2018.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. Conforto térmico para aves. 2012. Disponível em: <https://cutt.ly/qkMk17j>. Acesso em: 01/06/2018.

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.1-14, 2011b.

ALMEIDA, D. S.; PINHEIRO, D. M. C.; OLIVEIRA, A. M. Análise Preliminar Comparativa da Construção com Contêineres e com Alvenaria e Estrutura Convencionais. **In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**, 22., 2016, Natal. **Anais do 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**. Natal – RN: CBECiMat, 2016. p. 7601-7613.

ANDREAZZI, M. A. *et al.* Desempenho de Frangos de Corte Criados em Aviário Convencional Dark-House. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Vol. 16, n. 1, 2018.

ASFOUR, O. S. Learning from the past: Temporary housing criteria in conflict areas with reference to thermal comfort. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. V. 38, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **2017 Relatório Anual**. 2017. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2018/10/relatorio-anual-2017.pdf>. Acesso em 05/07/2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. Relatório Anual 2020. 2020. Disponível em: [https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa\\_relatorio\\_anual\\_2020\\_portugues\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf). Acesso em 24/03/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Protocolo de Bem-estar par Frangos de Corte**. São Paulo, 2016.

AUTODESK. Building Performance Analysis: Raised to the Power of the Cloud. 2013. Disponível em: <https://gbs.autodesk.com/GBS/>. Acesso em: 20/07/2020.

AVIAGEN. **Gerenciamento ambiental em Uma Granja de Frangos**, 2010. Disponível em: <https://cutt.ly/7kMk6S6>. Acesso em: 05/08/2018.

AZEVEDO, V. da S. de; COSTA, R. A. da; ROCHA, R. C. Edificações Sustentáveis Compostas Por Sistemas Construtivos Modulares Em Aço – Utilização De Containers Para Construção De Polos Educacionais Universitários. *In: Congresso Latino-americano da Construção Metálica*, 7., 2016, São Paulo. **Anais da 7º Congresso Latino-americano da Construção Metálica**. São Paulo: ABCEM, 2016. p. 1244–1264.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. de F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2º ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.

BANG, J. *et al.* Design and Implementation of a Smart Control System for Poltry Breeding's Optimal LED Environment. **International Journal of Control and Automation**. V.7, n.2, p. 99-108, 2014. Disponível em: [http://www.sersc.org/journals/IJCA/vol7\\_no2/10.pdf](http://www.sersc.org/journals/IJCA/vol7_no2/10.pdf). Acesso em: 11/07/2018.

BARBOSA, G. de O., *et al.* Container na Construção Civil: Rapidez, Eficiência e Sustentabilidade na Execução da Obra. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Alagoas, v.4, n.2, p. 101-110, nov, 2017.

BAXEVANOU, C. *et. al.* Energy Consumption and Energy Saving Measures in Poultry. **Energy and Environmental Engineering**. p. 29-36, 2017.

BÉDÉCARRATS, G.Y.; HANLON, C. Efeito da Iluminação e do Fotoperíodo na Produção e Qualidade do Ovo de Galinha. *In: Egg Innovations and Strategies For Improvements*. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012800879900007X>. Acesso em: 17/07/2018.

BEDIN, J. **Avaliação do consumo energético em aviários Dark House, com e sem isolamento térmico: um estudo de caso na região de Palotina – Paraná**. 2015. 68 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná.

BELLATO, G. V.; BEDIN, A. M. Análise de Viabilidade Do Uso de Containers na Construção de Edificações na Cidade de Chapecó/SC. **Revista Tecnológica**, v.7, n.1, 2018. p. 87-101.

BIANCHI, M. V. A. Velocidade do ar e isolamento térmico de galpões de frango de corte não são independentes. **Avicultura industrial**, 2016. Disponível em: <https://cutt.ly/VkMlamB>. Acesso em: 20/07/2020.

BOZEDA, Flavia e FIALHO, Valeriam. Casa Container. Centro Universitário Senac. Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design Vol. 6 nº 2 – novembro, São Paulo: Centro Universitário Senac.

BRASIL. DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 95, p. 3-4, 2018.

BUCKLIN, R.A. *et al.* Tunnel ventilation of broiler houses. Tunnel Ventilation of Broiler Houses. **Florida: Cooperative Extension Service**. Institute of Food and Agricultural Sciences. 2009. University of Florida. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/ps041>. Acesso em: 21/06/2018.

BUENO, L.; ROSSI, L.A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v.10, n.2, p. 497-504, June 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662006000200035&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000200035&lng=en&nrm=iso). Acesso em 09/07/2018.

BUSTAMANTE, E. *et al.* Measurement and Numerical Simulation of Singlesied Mechanical Ventilation in Broiler Houses. **Biosystems Engineering**. v.160, p. 55-68, aug. 2017.

CASSUCE, D.C. *et al.* Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.33, n.1, p. 28-36, Feb. 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162013000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162013000100004&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 05/07/2018.

COBB-VANTRESS. **Manual de Manejo de Frangos de Corte**, 2008. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>. Acesso em: 08/07/2018.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. **Manual De Eficiência Energética na Indústria**. Curitiba, 2005.

CORBELLA, O. D.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: 2 Edição. Editora Revan, 2009.

CORBELLA, O.; CORNER, V. N. **Manual de arquitetura bioclimática tropical. Para a redução de consumo energético**. Rio de Janeiro: 1 Edição. Editora Revan, 2011.

CORDEIRO, M.B. *et al.* Conforto Térmico e Desempenho de Pintos de Corte Submetidos a Diferentes Sistemas de Aquecimento no Período do Inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.217-224, 2010.

COSTA, H.S.; LOPES, T.P.M.Q. Análise energética de aviários localizados no sertão do Pajeú Pernambucano. **In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, 2006. Anais V CBPE, 2006, Brasília.

COSTA, J.H.S.; SANTOS, L.F.D. dos; DANTAS, R.T. Diagnóstico bioclimático para produção de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V.7, n.4, p.45-49, out-dez, 2012.

COSTA, L. de S.; GARCIA, L. A. F.; BRENE, P. R. A. Panorama do Setor de Frango de Corte no Brasil e a Participação da Indústria Avícola Paranaense no Complexo Dado Seu Alto Grau de Competitividade. **In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**. Anais IV SINGEP, 2015. Disponível em: <<https://singep.org.br/4singep/resultado/209.pdf>>. Acesso em: 05/07/2018.

COSTA, L. de S.; GARCIA, L.A.F.; BRENE, P.R.A. Panorama do Setor de Frango de Corte no Brasil e a Participação da Indústria Avícola Paranaense no Complexo Dado Seu Alto Grau de Competitividade. **In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**, 2015. Anais IV SINGEP, 2015. Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/209.pdf>. Acesso em: 05/07/2018.

COSTA, R. B. Dark House: mais barato que o convencional. **Avicultura industrial**, 2008. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/dark-house-mais-barato-que-o-convencional/20080305-133508-3686>. Acesso em: 20/07/2020.

COSTANTINO *et al.* Climate control in broiler houses: a thermal model for the calculation of the energy use and indoor environmental conditions. **Energy and Buildings**. V.169, p. 110-126, 2018.

COSTANTINO *et al.* Energy Use for Climate Control of Animal Houses: The State of The Art in Europe. **Energy Procedia**. v.101, p. 184-191, nov. 2016.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. *Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto*. **In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 3, 2007. Porto Alegre. Anais eletrônicos... Porto Alegre: TIC, 2007.

DALMINA JUNIOR, M.J.. **Comparação de projetos arquitetônicos para otimização de eficiência energética e conforto ambiental em aviários de frangos de corte para o oeste do Paraná**. 2018. 48 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná.

DONALD, J., "Need for Insulation in Warm-Climate Poultry Housing," UGA Poltry Ventilation Pointers, n.9, June, 1999. Disponível em: <http://www.aces.edu/poultryventilation/documents/InsulationPVP.pdf>. Acesso em 21/06/2018.

EMBRAPA. Central de Inteligência de Aves e Suínos. Mapas e infográficos. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/mapas>. Acesso em:

24/03/2021.

EMBRAPA. Qualidade da Carne de Aves. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-de-aves>. Acesso em 01/06/2018.

FERREIRA, J.C. **Ambiência e Consumo de energia em galpões Dark House para a criação de frangos de corte: uso de diferentes tipologias e materiais de fechamento lateral**. 2017. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

FERREIRA, L.F.S.A.; TURCO, J.E.P. Avaliação do consumo e custo de energia elétrica em galpão para criação de frangos de corte, em dois ciclos de criação. *In*: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2000. Campinas. **Proceedings online**. Disponível em: [http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC000000002200000200050&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000002200000200050&lng=en&nrm=abn). Acesso em 11/07/2018.

FIESP - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **BIM – Modelagem de Informação da Construção Relatório Deconcic**. 2016.

FOSSOUX, E.; CHEVRIOT, S. **Construire sa maison container**. Paris: Eyrolles, 2011.

FRANÇA JR, A. M. de. Análise estrutural de contêineres marítimos utilizados em edificações. Ouro Preto. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2017.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual do Conforto Térmico: Arquitetura, urbanismo**. 5.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GRAÑA, A.L. Sistema Dark House de produção de frangos de corte: vantagens e desvantagens. **AVINUTRI**, 2017. Disponível em: <http://avinutri.com/sistema-dark-house-de-producao-de-frangos-de-corte-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 10/07/2018.

GRIMM, Alice Marlene. Meteorologia Básica – Notas de aula: Prof. Alice Marlene Grimm. Primeira versão eletrônica – setembro 1999. Departamento de física UFPR. Disciplina Básica da Universidade Federal do Paraná. Acesso em: 01/02/2021.

HAPAG-LLOYD. **Container Specification**. 2020.

JÁCOME, I.M.T.D. **Efeitos de dois sistemas de condicionamento sobre os índices ambientais e zootécnicos de poedeiras semipesadas**. 2005. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

JORDAN, R.A.; TAVARES, M.H.F. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p. 420-423, Set. 2005. Disponível

em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662005000300019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000300019&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 11/07/2018.

JORGE FILHO, H.O.; COSTANZI, R.N.; SOUZA, S.N.M.. Arquitetura rural: estratégias para minimizar o consumo de energia. **Revista Thêma et Scientia**. v.1, n.1, p. 99-106, jan/jun 2011.

KHOKHAR, S.G. *et al.* Electricity crisis and energy efficiency to poultry production in Pakistan. **World's Poultry Science Journal**. V.71, p. 539-546, sep. 2015.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R.; **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: 3º Edição. Editora: Eletrobrás/Procel, 2014.

LUDOVICO, Nelson. Logística internacional: um enfoque em comércio exterior. São Paulo: Saraiva, 2007.

MACARI, S.; MADUREIRA, E. M. P. Viabilidade Econômica do Container como Edificação Comercial. *In: Encontro Científico Cultural Interinstitucional*, 14, 2016, Cascavel. **Anais do 14º Encontro Científico Cultural Interinstitucional**. Cascavel-PR: ECCI, 2016.

MACHADO, N.S. *et al.* Resfriamento da Cobertura de Aviários e seus Efeitos na Mortalidade e nos Índices de Conforto Térmico. **Nucleus**. v.9, n.2, p.59-74, out. 2012a.

MAINO, S.C.. **Efeito da cobertura e envoltório no consumo de energia elétrica em aviários de frango de corte**. 2018. 80 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná.  
MASCARENHAS, N.M.H. *et al.* **ACONDICIONAMENTO TÉRMICO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: DESAFIOS E POSSIBILIDADES**. *In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido*, 2016, Campina Grande. Anais I CONIDIS, 2016.

MASIERO, E. **Resfriamento evaporativo e condicionamento de ar convencional: estudo experimental comparativo**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

MATOS, M. L. **Conforto Térmico do Ambiente e Desempenho de Frangos de Corte, Alojados em Dois Níveis de Alta densidade, Em Galpões com Sistema de Ventilação em Túnel e Ventilação Lateral**. 2001. 101 p. Tese (*Magister Scientiae* em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

MAY, J.D.; LOTT, B.D. The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age. **Poltry Science**. v.79, p. 669-671, May 2000.

MELO, C.O; SILVA, G.H.; ESPERANCINI, M.S.T.. Análise Econômica da Produção de Frango de Corte Sob Condições de Risco no Estado do Paraná. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 32, n. 6, p. 1919-1926, nov./dez., 2008.

MENDES, A.S, *et al.* Visão e iluminação na avicultura moderna. 2013. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/visao-iluminacao-avicultura-moderna-t38307.htm>. Acesso em: 17/07/2018.

MIELE, M.; SANTOS FILHO, J.I.; MARTINS, F.M.; SANDI, A.J.. **Consolidação dos custos do avicultor para a produção de frango de corte em Santa Catarina, ano 2010**. Comunicado Técnico 480 Embrapa.

MILANEZE, G. L. S. *et al.* A Utilização de Containers como Alternativa de Habitação Social no Município de Criciúma/SC. **Rev. Técnico Científica (IFSC)**, v. 3, n. 1, 2012.

MIRAGLIOTTA, M.Y.; **Avaliação das Condições do Ambiente Interno em Dois Galpões de Produção Comercial de Frangos de Corte, Com Ventilação e Densidade Populacional Diferenciados**. 2005. 258 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

MOSKO, J.M.; PILATTI, L.A.; PEDROSO, B. Eficiência Energética na Indústria: Elaboração e Planejamento de Programas de Conservação de Energia. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v.2, n.1, abr. 2010.

NASCIMENTO, L.A.B. do. **Análise Energética Na Avicultura De Corte: Estudo De Viabilidade Econômica Para um Sistema de Geração de Energia Elétrica Eólico-fotovoltaico Conectado a Rede**. 2011. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – Paraná.

NEUFERT, E. **Arte de Projetar em Arquitetura**. 18 ed. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

NONIS, Junior; SAMED, M. **Análise da eficiência energética em um aviário de corte**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2014. Disponível em: [http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rev\\_prod/article/view/52315/pdf](http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rev_prod/article/view/52315/pdf). Acesso em 13/04/2020.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO PARANÁ – OCEPAR. **Custos de produção de frangos e suínos Paraná**. 2007, Curitiba.

PAN, K.F. **Avaliação de sistemas de iluminação de aviários dark house, com e sem isolamento térmico: um estudo de caso na região de Palotina – PR**. 2015. 53 p. Dissertação (Mestrado Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

PEREIRA, D.F. *et al.* Technical Feasibility of the Acclimatization System in Aviary of Posture: A Case Study. **Journal of then Brazilian association of agricultural Engineering**, Jaboticabal, v.37, n.5, p. 855-866, sep-oct, 2017.



PIMENTEL, B. P.; BARBOSA, A. T. R.; SOUZA, M. D. de. Análise de Métodos de Integração entre BIM e Simulação Termo Energética de Edificações Militares. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. esp , p. 125-146, 2020.

QUEIROZ, M.L.V. *et al.* Variabilidade espacial do ambiente em galpões de frango de corte com sistema de nebulização. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.48, n.4, p. 586-595, out-dez, 2017.

RIBEIRO, Egberto Fioravanti. Logística de Container e procedimentos em importação e exportação. Curitiba: Edição do Autor, 2011.

RIBEIRO, L.P. **Conforto Térmico e a Prática de Projeto de Edificações: Recomendações para Ribeirão Preto.** 2008. 213 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo.

ROSA, C.O da. *et al.* Análise Econômica De Diferentes Sistemas De Iluminação Em Aviários Dark House. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.19, n.1, p. 23-30, jan-mar 2017.

ROVARIS, S.A. **Análise dos usos de energia elétrica na produção de frango de corte no oeste do Paraná.** 2015. 51 p. Dissertação (Mestrado Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

SARTOR, V.; BAÊTA, F.C.; LUZ, M.L.; ORLANDO, R.C.. Sistemas de Resfriamento Evaporativo e o Desempenho de Frangos de Corte. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.17-20, jan./mar. 2001.

SILVA, R.M. da; GANECO, A.G. **Avaliação do Galpão Convencional e Dark House na Produção de Frango de Corte.** VIII SINTAGRO – Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio, 2016, Jales -São Paulo.

SILVA, V.K. *et al.* Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **R. Bras. Zootec.** Viçosa, v.38, n.4, p. 690-696, Apr. 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982009000400015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000400015&lng=en&nrm=iso). Acesso em 05/07/2018.

SUN, Y.Y. *et al.* Responses of broilers to the near-continuous lighting, constant 16-h lighting, and constant 16-h lighting with a 2-h night interruption. **Livestock Science**, v.206, p. 135-140, dec. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141317303219>. Acesso em 17/07/2018.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v.3, n.1, p.01 - 26, Jan. 2001. Disponível em:



[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2001000100001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2001000100001&lng=en&nrm=iso). Acesso em 05/07/2018.

TRADE WORKS. **Especificações de Containers**. 2018. Disponível em: <https://www.tradeworks.com.br/wp-content/uploads/2018/05/Especificaca%C3%A7%C3%B5es-de-Containers-Tradeworks.pdf>. Acesso em: 16/07/2020.

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.

VERDERBER, S. *Innovations in Transportable Healthcare Architecture*. Londres, Inglaterra: Routledge, 2016.

VERDI, P. Inovação mudando o mundo rural – Sistemas de automação em Dark-House para ambiência de frango de corte. **Workshop Embrapa Suínos e Aves**. 2009. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=eventos&cod\\_arquivo=119](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=eventos&cod_arquivo=119). Acesso em 30/11/2020.

VIGODERIS, R.B. *et al.* :Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período do inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.6, p.1381-13-86, 2010.

VIGODERIS, R.B. **Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do Brasil**. 2006. 104 p. Tese (Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

WATKINS, S. **Poultry Lighting: LED Bulbs Provide Energy Savings and Durability**. Division of Agriculture, Research & Extension, University of Arkansas System, 2011. Disponível em: <https://poultry-science.uark.edu/resources/PDFs/fsa8005final.pdf>. Acesso em 10/07/2018.

WEILLER, G. C. B. *A Influência de Variáveis de Entorno no Desempenho Térmico de Habitações de Interesse Social*. Londrina. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, 2008.