

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS PARA O AGRONEGÓCIO

DENISE MARTINHAGO

**ESTRATÉGIAS DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA PARA O CONFORTO DOS  
ANIMAIS EM AVIÁRIOS DE CORTE E A ECONOMIA DE ENERGIA.**

Medianeira

2020

**DENISE MARTINHAGO**

**ESTRATÉGIAS DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA PARA O CONFORTO DOS ANIMAIS EM AVIÁRIOS DE CORTE E A ECONOMIA DE ENERGIA.**

**Strategies of Bioclimatic Architecture for the Comfort of Animals in Cutting Airlines and the Energy Economy**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Computacionais Para o Agronegócio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Everton Coimbra de Araújo.

Coorientador: Claudio Leones Bazzi.

**MEDIANEIRA**

**2020**



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição, Não Comercial, Compartilha Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0). Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Estratégias da arquitetura bioclimática para o conforto dos animais em aviários de corte e economia de energia

Por

**Denise Martinhago**

Esta dissertação foi apresentada no dia 18 de setembro 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. ....  
UTFPR – Campus Medianeira  
(orientador)

---

Prof Dr. José Airton Azevedo dos Santos  
UTFPR – Campus Medianeira

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. . Renato Bobsin Machado.  
Unioeste – Campus Foz do Iguaçu

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.-

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Orientador Everton Coimbra de Araújo, que não poupou esforços para me auxiliar na confecção deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

## RESUMO

MARTINHAGO, Denise. **Estratégias da arquitetura bioclimática para o conforto dos animais em aviários de corte e economia de energia.** 2020. Mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O setor de produção de frango de corte no Brasil é um dos mais consolidados do agronegócio, porém apresenta elevados custos para a produção, na maioria das vezes para manter o conforto térmico dentro das instalações. O conforto para a produção animal é de suma importância, uma vez que ele é o responsável pela qualidade e desenvolvimento de produtividade. O não atingimento deste conforto, tão necessário, pode acarretar sérios problemas às aves e conseqüentes perdas de produtividade. Com isso, a arquitetura bioclimática vem para tentar solucionar estes gargalos de problemas construtivos, tendo em vista a melhor utilização da natureza, obtendo um conforto térmico nas edificações e uma conseqüente independência dos meios fósseis. Ela pode ser a solução para as novas instalações e o futuro da arquitetura. Assim, a pesquisa pretende analisar dois modelos de aviários: um sendo utilizado comercialmente e outro com as técnicas e estratégias da arquitetura bioclimática que serão escolhidas e empregadas, utilizando de simulação computacional para elaborar os projetos e fazer o comparativo entre ambos, sendo que ao final, pretende-se descobrir se as técnicas adotadas e a utilização da arquitetura bioclimática é de relevância para a aplicação na agroindústria.

**Palavras-chave:** Arquitetura Verde, Avicultura, Frango de Corte, BIM.

## ABSTRACT

MARTINHAGO, Denise. **Strategies of bioclimatic architecture for animal comfort in poultry houses and energy saving**. 2020. Master in Computational Technologies for Agribusiness - Federal Technological University of Paraná.

The poultry production sector in Brazil is one of the most consolidated in agribusiness, but it has high production costs, most of the time to maintain thermal comfort within the premises. Comfort for animal production is of paramount importance, since it is responsible for quality and productivity development, failure to achieve this much-needed comfort can cause serious problems for birds and consequent loss of productivity. With this, the bioclimatic architecture comes to try to solve these bottlenecks of constructive problems, in view of the best use of nature, obtaining thermal comfort in the buildings and the consequent independence of the fossil media, it can be the solution for new installations and future of architecture. Thus, the research aims to analyze two models of poultry, one being used commercially and the other with the techniques and strategies of bioclimatic architecture that will be chosen and employed, using computer simulation to elaborate the projects and make a comparison between them, and in the end. The aim is to find out if the techniques adopted and the use of bioclimatic architecture are relevant to the application in agroindustry.

**Key-words:** Green Architecture; Poultry Farming; Broiler Chicken, BIM.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tópicos e Temas Para a Revisão da Literatura. ....	16
Figura 2: Produção de Aves Por Estados Brasileiros. ....	21
Figura 3: Corte de Instalação Avícola. ....	24
Figura 4: Esquema de Brises Horizontais e Verticais. ....	29
Figura 5: Quadro Metodológico. ....	36
Figura 6: Mapa de Localização de Medianeira no Estado do Paraná. ....	37
Figura 7: Interface Inicial do Revit. ....	39
Figura 8: Zoneamento Bioclimático de Medianeira – PR. ....	41
Figura 9: Planta Baixa - Edificação Lonas Amarelas. ....	42
Figura 10: Corte "AA" - Edificação Lonas Amarelas. ....	42
Figura 11: Corte Perspectivado - Edificação Lonas Amarelas. ....	43
Figura 12: Planta Baixa - Edificação com Técnicas da Arquitetura Bioclimática .....	44
Figura 13: Corte Perspectivado - Edificação com Técnicas da Arquitetura Bioclimática .....	44
Figura 14: Corte "AA" - Edificação com Técnicas da Arquitetura Bioclimática .....	45
Figura 15: Rosa dos Ventos para Medianeira – PR Para os Dois Modelos de Aviários. ....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Temperatura de Bulbo Úmido .....	49
Gráfico 2: Temperatura de Bulbo Seco .....	49
Gráfico 3: Dados Mensais de Bulbo Seco na Estação Meteorológica Analisada. ....	50
Gráfico 4: Umidade Relativa do Ar, na Estação Meteorológica Próximo a Implantação das Edificações.....	51
Gráfico 5: Utilização de Energia nos Dois Modelos Comparados. ....	52
Gráfico 6: Utilização de Energia Elétrica nos Modelos de Aviários Comparados.....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	14
1.2.1 Objetivo Geral .....	14
1.2.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO: .....</b>	<b>16</b>
2.1 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA .....	16
2.2 IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA.....	18
2.3 CONFORTO TÉRMICO .....	19
2.4 AVICULTURA.....	20
2.4.1 Sistema de Criação Intensivo para Frangos de Corte .....	22
2.4.2 Sistema de Instalações Convencionais.....	23
2.4.3 Sistema de Instalação <i>Dark House</i> .....	23
2.5 CONFORTO PARA ANIMAIS CONFINADOS.....	25
2.6 AVIÁRIOS .....	26
2.6.1 A Iluminação em Aviários de Frango de Corte .....	27
2.6.2 Bloqueador de Radiação Solar (Brises-Soleil) .....	28
2.6.3 A Ventilação Natural em Aviários de Frango de Corte .....	29
2.6.4 Eficiência Energética .....	31
2.7 TECNOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) .....	33
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS .....	35
3.2 SISTEMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS PARA A CONFECÇÃO DO TRABALHO.....	38
3.2.1 Tecnologia Bim – Software <i>Revit</i> .....	38
3.2.2 Software <i>Green Building Studio</i> .....	39
3.2.3 Técnicas da Arquitetura Bioclimática .....	40
3.2.4 Modelos de Aviários Analisados.....	41
<b>3.2.4.1 Modelo Convencional – Lonas Amarelas .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.4.2 Modelo Proposto – Arquitetura Bioclimática .....</b>	<b>43</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>47</b>
4.1 ANÁLISE DE VENTILAÇÃO E TEMPERATURA NAS EDIFICAÇÕES.....	47
4.1.1 Elementos de Análises de Ventilação .....	47
4.1.2 Temperatura de Bulbo Seco e Bulbo Úmido .....	48
4.1.3 Bulbo Seco de Aquecimento e Resfriamento .....	49

4.1.4 Umidade Relativa do Ar.....	50
4.2 Análise do Consumo de energia e Conforto Térmico Para os Aviários de Frango de Corte Analisados.....	51
4.2.1 Utilização e Custo Anual de Energia nos Aviários Analisados .....	51
4.2.2 Utilização de Energia Elétrica nos Aviários .....	53
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Animais de sangue quente necessitam de uma zona de conforto térmico para manter a sua qualidade de vida e conseqüente produtividade. As condições e agentes internos e externos devem seguir uma linha contínua para manter este fim.

Na avicultura, são vários os fatores que contribuem para um melhor desenvolvimento e produtividade, onde podem ser destacados a temperatura do ar, a ventilação, a quantidade de animais no ambiente, a poeira, limpeza e iluminação, entre outros.

Sendo assim, um dos principais fatores contribuintes para as perdas da produção animal, são as instalações. O ambiente considerado como sendo o ideal para a produção animal é aquele onde se encontram temperaturas adequadas tanto para resfriamento, quanto para aquecimento, onde assim, as perdas para manter o metabolismo animal sejam as mínimas possíveis. O não mantimento destas temperaturas “desejáveis” pode acarretar sérios prejuízos para a saúde animal e para a produtividade, onde o ser vivo pode desenvolver doenças e até mesmo chegar à morte (VITORASSO; PEREIRA, 2009).

Nico-Rodrigues et. al (2015), relatam que atender condições de conforto que deixem o indivíduo integrado com o meio é de suma importância para a produtividade. As principais trocas térmicas que ocorrem dentro das instalações são decorrentes dos materiais utilizados para a sua construção e o meio externo, acarretando assim em um consumo de energia de grande significância.

Considerando a grande produtividade, instalações, cooperativas que estão integradas neste meio e a colocação mundial que o país representa em produção e exportação de frango de corte, é de suma importância a aplicação de construções que exerçam um conforto ao animal em confinamento, onde a notabilidade de uma redução significativa do consumo de energia para o funcionamento das edificações avícolas é extremamente representativa.

Com isso, a integração da arquitetura bioclimática com as edificações agroindustriais pode ser a solução. Esta arquitetura traz técnicas construtivas e vem para solucionar problemas de construções, visando sempre a integração da edificação com o meio em que ela está sendo inserida, tendo ainda o intuito da obtenção da eficiência energética e conforto ambiental, otimizando e preservando assim os recursos naturais e levando o edifício à independência dos meios fósseis

(MONTEIRO, 2011).

Sendo que é possível de se encontrar uma lacuna na utilização da arquitetura bioclimática, onde vem sendo utilizada somente para as áreas residenciais e com fins a obtenção de conforto humano. Porém, se as técnicas empregadas são eficácias podemos pensar que as mesmas podem ser utilizadas para áreas de interesse animal.

Este trabalho teve por objetivo desenvolver uma comparação simulada entre dois modelos de projetos, para que por meio dos resultados obtidos, fosse possível de se identificar a melhor edificação com conforto aos animais e com eficiência energética, procurando reduzir de maneira significativa os custos para a produção, por meio do aproveitamento dos recursos naturais, como a insolação e ventilação.

Sendo assim, esta pesquisa desenvolveu a análise entre dois modelos de aviários, sendo um deles encontrado em meio comercial e utilizado para a produção, o outro que foi desenvolvido por meio das técnicas e estratégias escolhidas da arquitetura bioclimática, utilizando ainda de materiais que possam ser encontrados com facilidade e não necessitem de um elevado investimento para a sua aquisição.

Este trabalho inicialmente buscou uma parceria com as Cooperativas instaladas no município, afim de troca de informações e sendo possível fazer estudos em um ambiente real de aplicação. Porém, infelizmente não houve retorno ou interesse dos mesmos, sendo este ponto tomado como uma dificuldade de aplicação de estudo real para o trabalho. Por este motivo, foram utilizadas simulações computacionais, baseando-se nos dados das normas e manuais para a comparação.

Para produção deste estudo foi utilizado sistemas computacionais, como por exemplo o software *Revit*, no qual foram projetados e executados os desenhos paramétricos com as suas especificações e dimensões de materiais. Para a análise do consumo energético utilizou-se de outro software da mesma empresa *Autodesk*, o *Green Building Studio*, sendo possível assim a comparação entre ambos, virtualmente por meio de simulação computacional.

Sendo assim, a partir desta análise de ambos os modelos, foi possível se obter e verificar se o modelo com a utilização das técnicas da arquitetura bioclimática, conseguiu atender às necessidades iniciais abordadas, verificando se, a obtenção de conforto dentro das instalações avícolas obteve alguma melhora significativa e se é

possível de se adquirir uma conseqüente redução no consumo de energia.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

No contexto da pesquisa proposta por este trabalho, o ambiente em que as aves estão inseridas exerce forte influência na condição de bem-estar e conforto das mesmas, afetando assim o desempenho da produtividade. Este ambiente pode vir a causar estresses, trazendo como conseqüências, resultados negativos para o comportamento e fisiologia que prejudicam a saúde animal (NAZARENO et al., 2011).

Com o passar dos anos, surge a necessidade de se desenvolver pesquisas, que se intensificam com o intuito de minimizar as perdas econômicas, provenientes das elevadas temperaturas, umidade relativa do ar e incidência solar, uma vez que estas representam grande diminuição no desempenho da produção. Em meios mais amenos, os animais tendem a dissipar o calor para os meios externos por meio da epiderme, podendo ser por condução, radiação e convecção. Ao não eliminar esse calor excedente, os animais desenvolvem um estresse calorífico, responsável por uma parcela da perda de produtividade dos mesmos, trazendo um comprometimento com a imunidade, ganho de peso e do próprio desenvolvimento (SOUSA; TINÔCO; PAULA; SILVA; SOUZA; BATISTA; BARBARI, 2016).

Estudos cada vez mais frequentes, mostram que o desempenho produtivo depende da redução dos efeitos climáticos sob os animais, e que o conforto térmico que é necessário e obtido dentro das instalações avícolas, está relacionado com as trocas de calor dos animais com o ambiente, por meio da radiação solar nos demais materiais utilizados para a construção dos aviários, como: pisos, coberturas, paredes e revestimentos, entre outros, assim como também com as trocas térmicas proporcionadas pela ventilação natural ou artificial (FERNANDES, 2017).

Diante disto, entra em vigor a Arquitetura Bioclimática, que surge para solucionar problemas de construções, tendo em vista projetar edificações de acordo com as características ambientais de cada localidade na qual será inserida, tendo como intuito atingir a eficiência energética e o conforto ambiental, otimizando os recursos que o meio natural tem a oferecer, levando a edificação a sua independência dos meios fósseis e o conforto interno em conversação com o meio exterior (MONTEIRO, 2011).

Por meio da utilização de algumas estratégias simples da arquitetura

bioclimática, é possível projetar edificações que atendam a um conforto aos usuários, diminuindo assim, como exemplo, os consequentes gastos com energia para ventilação. Esse assunto vem sendo abordado com maior frequência pela construção civil, por meio do auxílio de condicionantes naturais como a iluminação e ventilação natural e orientação solar como vantagens competitivas e sustentáveis para as edificações (MELLO et. al, 2017).

Desta maneira, pretende-se destacar alternativas a serem implantadas em aviários de frango de corte, para a minimização dos efeitos térmicos com o auxílio da arquitetura bioclimática, utilizando de algumas de suas estratégias, para assim tentar atingir o conforto necessário aos animais em confinamento que utilizam o ambiente, possibilitando a economia energética na edificação.

Para tal estudo, foi utilizado da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), podendo assim, por meio de programas computacionais, realizar uma comparação de um aviário comercial normalmente encontrado e um proposto para o estudo, utilizando de estratégias da arquitetura bioclimática, tendo em vista um maior conforto ambiental e uma consequente economia de energia para o funcionamento das estruturas avícolas.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Buscar um modelo com consumo de energia menor que os aviários convencionais, levando em consideração o bem-estar animal durante o seu desenvolvimento no confinamento, aplicando a arquitetura bioclimática por meio da tecnologia BIM (Building Information Modeling), a fim de se obter os resultados esperados.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Elencar possíveis soluções construtivas da arquitetura bioclimática que venham trazer uma economia de energia para o funcionamento dos aviários;
- b) Trazer soluções construtivas que tragam melhor condições para o conforto animal;

- c) Utilização de técnicas (arquitetura bioclimática) construtivas e materiais de fácil reprodução, para que o produtor consiga aplicar, tendo melhores benefícios sem aumentar o custo para esta implantação.
- d) Comparar, por meio de simulação computacional, dois modelos de aviários, um encontrado para venda comercial e outro que será concebido utilizando as técnicas da arquitetura bioclimática.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO:

Ao ser realizada uma revisão da literatura que contemplasse os principais temas que auxiliaram na fundamentação teórica desta pesquisa, foi possível situar o trabalho e gerar algumas discussões originadas por outros autores, servindo como ponto de partida para este trabalho. A revisão foi dividida em quatro tópicos, conforme pode ser visualizado na Figura 1, que nortearam este trabalho e os tópicos dos temas propostos que auxiliaram no desenvolvimento da metodologia e conseqüentemente nos resultados.

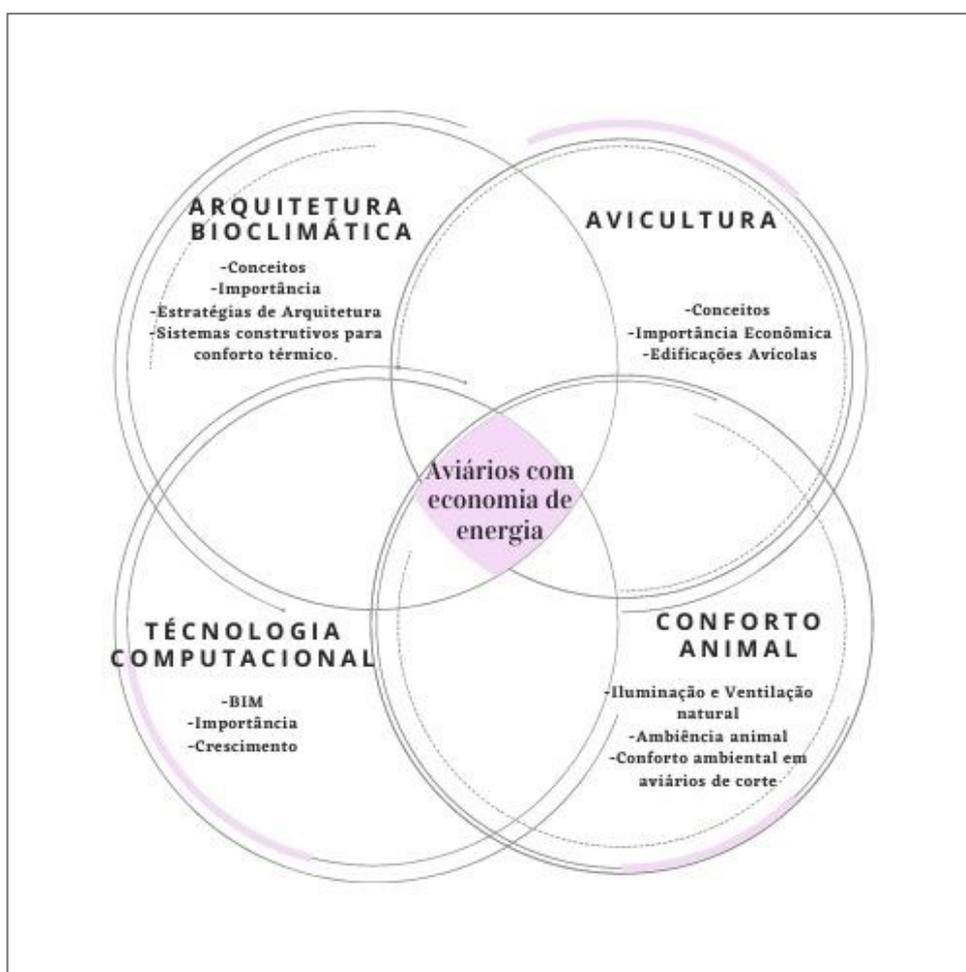


Figura 1: Tópicos e Temas Para a Revisão da Literatura.  
 FONTE: ELABORADO PELA AUTORA, (2019).

### 2.1 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

A arquitetura bioclimática continua no centro de frequentes debates e discussões mundiais, sendo que este é um pensamento que abrange as temáticas

socioeconômicas e ambientais, além de trazer um novo nicho para a pesquisa. Mais do que pertencente a um movimento mundial que ganhou força a partir da década de 70, ele é o ponto mais importante na contribuição, para se atingir a eficiência energética dentro de uma edificação (FERREIRA, [entre 1999 e 2019]).

Esta é uma arquitetura que objetiva a criação de prédios, aumentando a qualidade de vida dos usuários e do entorno destas edificações, sempre buscando a integração entre o clima, relevo e materiais provenientes da natureza, consumindo uma menor quantidade de energia, e degradando com menos intensidade o meio ambiente (GUERRA; LOPEZ, 2015). Gonçalves e Duarte (2006), afirmam que um bom desenvolvimento sustentável sempre atenderá as necessidades da atualidade e nunca irá comprometer as próximas gerações.

Voltando para o histórico da arquitetura, após a segunda guerra mundial e a quebra com o *International style* (arquitetura moderna e racionalista da década de 30 a 50), o paradigma da construção civil, da forma e dos interesses arquitetônicos tiveram uma mudança brusca. Anteriormente, o pensamento era voltado ao edifício eficiente, com um conforto térmico para os habitantes (na grande maioria das vezes por não ter a evolução dos equipamentos elétricos a disposição para suprir estas necessidades). O cenário passou a ser a utilização de grandes caixas envidraçadas e um consumo exacerbado da energia para o funcionamento destas edificações, obtidos pela crença de que os equipamentos prediais poderiam ter o controle total do conforto na edificação (OLIVEIRA et al., 2016).

Gonçalves e Duarte (2006), relatam que as primeiras notícias sobre a arquitetura bioclimática datam de 1987, e, com o passar dos anos e o aumento da preocupação com o conforto e a eficiência energética, foi-se tendo novas discussões sobre o assunto. Nas décadas subsequentes, conferências e preocupações chegaram à agenda da arquitetura e do urbanismo, trazendo novas exigências e necessidades, com toda a atenção voltada para as crises energéticas que eram alarmantes e também para o impacto ambiental que o consumo desenfreado da energia fóssil, juntamente com a certeza de escassez, trazia.

Nas últimas décadas, com o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> e o crescente desmatamento que veio afetando de maneira negativa o meio ambiente, houve uma maior procura pelas zonas de conforto ambiental, contando com uma economia de energia, tendo assim a necessidade do pensamento bioclimático (SALKINI et al., 2017).

Sendo assim, Penã .et.al (2008), alegam que a melhor maneira de garantir um conforto térmico dentro das edificações e uma consequente eficiência energética, é a utilização de projetos pensando nestes quesitos. Ou seja, projetos bioclimáticos, utilizando de estratégias e materiais que a natureza oferece, como o vento, a vegetação e o sol, entre outros, sendo ainda que esses podem ser adotados em qualquer localidade.

## 2.2 IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

O pensamento bioclimático veio a partir do correr das décadas, com a questão de sustentabilidade no topo das pautas, principalmente após as declarações de que as fontes de energia disponíveis no planeta não eram inesgotáveis e que o mesmo havia sido sustentável até a década de 80. Com as tensões mundiais voltadas à uma eminente crise energética de abrangência global, as questões e preocupações chegaram até a agenda da arquitetura e do urbanismo (GOLÇAVES; DUARTE (2006).

Guerra e Lopes (2015) defendem que no início dos anos 90, o surgimento da arquitetura verde trouxe o conceito de arquitetura sustentável atrelado às cidades sustentáveis, com o seu maior objetivo de construir edificações que suprem as necessidades de conforto do homem, integrando sempre com as qualidades do clima e da região em que estão sendo inseridas, tentando trazer um mundo com uma menor poluição para as gerações que hão de vir.

Como os três recursos energéticos mais utilizados pelo mundo estão em fase de esgotamento, a humanidade terá que retomar a utilização da bioenergia, das construções limpas e conforto térmico obtidos por meio de estratégias naturais, que eram utilizadas no passado. Este conceito de sustentabilidade começou a ter a preocupação de satisfazer as necessidades do presente e do modelo de desenvolvimento, sendo assim consideradas uma das questões mais importantes da construção (ZHANG; LIAN, 2015).

A arquitetura bioclimática pode ser a melhor maneira de suprir as necessidades de conforto do homem, tendo em vista a utilização de técnicas com a menor degradação do ambiente e emissão de CO<sub>2</sub>, tão presentes nos grandes centros e nas construções dos empreendimentos. Com algumas técnicas, pode-se obter o conforto térmico esperado, reduzindo significativamente ou em alguns casos excluindo por completo a utilização de equipamentos para tal função (CONVERTINO

et al., 2017).

Manzano-agugliaro et al., (2015), enfatiza isso, afirmando que as sociedades devem se tornar, com maior frequência, conscientes dos impactos que as construções proporcionam, das mudanças climáticas e do consumo de energia na atualidade, destacando ainda a importância da implantação de políticas para a redução do consumo de energia, onde ainda não se tem, e o aprimoramento das mesmas nos países que já a aderiram, e que o desenvolvimento sustentável será de inteira responsabilidade da arquitetura bioclimática.

Durante os séculos que se passaram até chegar à globalização e o surgimento de equipamentos elétricos, o homem construía suas residências com o que tinha em mãos, com as técnicas de seus antepassados, considerando as condições climáticas de seus locais. É a chamada arquitetura vernacular, onde se conseguia suprir suas necessidades, sem uma invasão tão grandiosa dos recursos naturais, sendo assim, a arquitetura vernacular é o início da arquitetura bioclimática (CAÑAS; MARTÍN, 2004).

### 2.3 CONFORTO TÉRMICO

Uma das principais funções da arquitetura é fornecer conforto térmico independente dos meios externos. A intervenção humana no clima, relevo e construções de cidades trazem como consequências a alteração das condições de clima, que fazem relações diretas com as águas, topografia, vegetação, chuvas, permeabilidade do solo e características locais que conseqüentemente afetam o conforto térmico dentro das edificações (FROTA; SCHIFFER, 2006).

Adotar condições de conforto que integrem o indivíduo ao meio em que está inserido é primordial para se obter uma qualidade de vida. As trocas térmicas entre os materiais e as variações de temperaturas afetam com grande expressão este meio, sendo este o responsável pela maior parte do consumo de energia. Cerca de 30% a 40% de toda energia gasta no mundo fica para a utilização de equipamentos, a fim de se obter um conforto térmico nas edificações (NICO-RODRIGUES et al., 2015).

A obtenção do conforto humano depende de uma grande quantidade de variáveis, sendo relacionadas com o seu organismo e as trocas com o meio. O ser humano precisa ficar em uma constante de 37°C de temperatura interna para ser

considerada confortável. Quando as trocas de temperatura ocorrem com uma maior quantidade de esforço, diz-se que o organismo está em sobrecarga, o que diminui a produtividade humana, podendo ter perda da capacidade de trabalho ou até mesmo, em casos mais graves, desenvolver problemas relacionados à saúde (FROTA; SCHIFFER, 2006).

Uma das estratégias mais eficientes para a obtenção do conforto térmico dentro das edificações é a utilização da ventilação. A ventilação natural é a responsável pela melhor qualidade do ar, uma vez que ela facilita as trocas térmicas e de ar, fazendo com que o vento se movimente e ocorra a diferença de densidade entre os ventos que circulam, acarretando no efeito chaminé (SOUZA; RODRIGUES, 2012).

Muitas outras estratégias podem ser adotadas para a obtenção do conforto térmico, verificando-se as condições climáticas, que podem ser analisadas por meio de uma carta psicométrica ou como é mais conhecida, Carta adaptada por Givoni, onde podem ser destacadas estratégias para todos os tipos de temperaturas, dentre eles a para o arrefecimento e aquecimento de ambientes (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015).

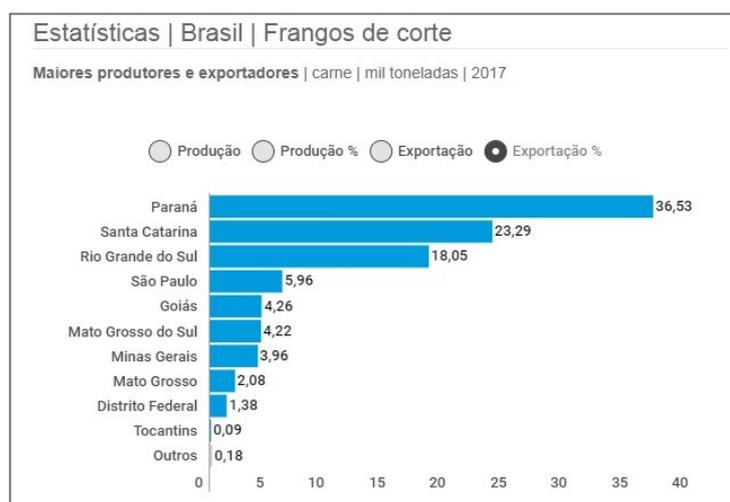
## 2.4 AVICULTURA

O Brasil ocupa, com destaque, o segundo lugar na produção de aves de corte no mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos. Além disso, também tem um papel importante na produção global de ovos, ocupando a sétima colocação. O Oriente Médio está entre os maiores consumidores da carne de frango do país, representando aproximadamente 40% das exportações e, em seguida, a Ásia com 31% e Europa com 15% (BRASIL, 2019). Esse consumo mundial gera para a nação, mais de cinco milhões de empregos, diretos e indiretos, e auxilia no aumento significativo da economia (SCHMIDT; SILVA, 2018).

O crescimento na produção de carne de frango para corte no Brasil ocorreu devido a reestruturação das formas de manejo, que foram adotadas para produções em grande escala a partir de 1970. Essa oferta de aves veio acompanhando não somente a demanda encontrada internamente e externamente, como também a competitividade cada vez maior de seus produtores (COSTA; GARCIA; PAULO, 2015).

O Paraná tem ganhado destaque na produção de aves de corte, onde vem ocupando a primeira colocação da produção nacional. Um dos fatores responsáveis é sua consolidada estrutura industrial de aves para abate e processamento, juntamente com as cooperativas com maior relevância na região oeste do estado (DIESEL, [2019]).

A Figura 2 traz em porcentagem a quantidade de produção por estados brasileiros.



**Figura 2: Produção de Aves Por Estados Brasileiros.**  
**FONTE: EMBRAPA, 2018.**

A grande produção de aves de corte obtidas pelo Brasil, é caracterizada pela utilização de sistemas mais modernos para a produção e gestão. Com isso, foi possível obter grandes resultados com uma crescente economia. Porém, as pesquisas em torno desta área não cessam. É evidente que ainda com essa produção elevada, o setor encontra alguns problemas pelo caminho (SCHMIDT; SILVA, 2018).

Países, principalmente de clima tropical, vêm enfrentando grandes dificuldades com a produção de carne de frango devido ao clima gerado dentro das edificações. Combinando esta situação com as variáveis presentes dentro das instalações, há a possibilidade de geração de um estresse aos animais, dificultando a produtividade. As aves são os animais que atingem maior temperatura corporal com uma grande variação, dependendo muito do tipo de alimentação, idade e sexo, podendo variar de 41°C a 42°C na fase adulta. Com isso, é necessário o monitoramento na interação dos animais com o ambiente, tendo sempre em vista a melhor produtividade com um menor custo de produção (PATRÍCIA DE SOUZA,

2005).

#### 2.4.1 Sistema de Criação Intensivo para Frangos de Corte

A criação de frango de corte é de extrema importância para a economia do país e, mesmo com o grande crescimento das exportações e o aumento significativo das pesquisas em vista desta temática, não deixa de ser necessária a preocupação com as formas de alojamentos, buscando de uma melhor maneira, uma ambiência considerada perfeita para a criação das aves. Um aviário ideal é considerado como aquele que possibilita uma minimização do conforto térmico para os animais que estão expostos a grandes temperaturas, garantindo ambientes confortáveis, sendo possível atingir grandes produtividades (ANDREAZZI et al., 2018).

É correto afirmar que existem três tipos de sistemas de criação de aves de corte, sendo eles o sistema extensivo, o semi-intensivo e o intensivo. O sistema extensivo é aquele sistema onde os animais são criados soltos, tendo como principal objetivo o aproveitamento do espaço livre dentro da propriedade. O sistema semi-intensivo é a mescla da criação em galpão com a solta, mais indicado para galinhas caipiras; e a intensiva é para a criação em grande escala, onde as aves são criadas em galpões por todo o ciclo (LAZIA, 2012). Para este trabalho, optou-se por ser utilizado do sistema intensivo por ser o sistema de produção industrial.

O sistema intensivo vem sendo o mais utilizado no Brasil, uma vez que pode acomodar uma maior quantidade de animais por área em suas edificações, sendo animais mais “exigentes e produtivos”, com a possibilidade de o produtor conseguir obter um maior retorno financeiro. Neste tipo de sistema, o acondicionamento térmico e a ambiência animal são controlados, o que resulta em maior produtividade. Com isso, existem dois tipos de edificações que mais são utilizadas para alojamentos, sendo elas o convencional ou lonas amarelas e as conhecidas como *dark houses* (PAULINO, 2019).

São muitos os fatores que levam a uma boa construção de edificação, as instalações avícolas devem sempre procurar proporcionar uma melhor relação com o custo e benefício ao produtor, sem deixar de pensar na durabilidade e no controle ambiental. Ao se pensar em projetar estas instalações, é de grande importância que se atente a alguns fatores, como: localização com uma boa drenagem hídrica e movimentação natural de ar, procurar instalar os galpões sentido leste-oeste, com o

intuito de minimizar as trocas térmicas, telhados com coberturas reflexivas, a fim de reduzir a condução térmica para dentro do ambiente, obter um bom sistema de aquecimento e resfriamento e a preocupação com a iluminação (COBB-VANTRESS, [2012]).

#### 2.4.2 Sistema de Instalações Convencionais

O acondicionamento convencional trata-se de um sistema de instalação avícola mais simples, as instalações utilizam um sistema de cortinas, não precisando a utilização de meios artificiais para o seu controle, tendo um sistema de ventilação mecânica por meio da utilização de ventiladores e podendo, ou não, ter forros para auxiliar no controle da temperatura (PAULINO, 2019).

A densidade de alojamento é de extrema importância, pois, além de possuir uma influência significativa na lucratividade, ela implica no desenvolvimento das aves. As cortinas são consideradas com grande notabilidade também, uma vez que esta dificulta a entrada de animais indesejados dentro da instalação e ainda auxilia no controle de temperatura e ventilação do mesmo (COBB-VANTRESS, [2012]).

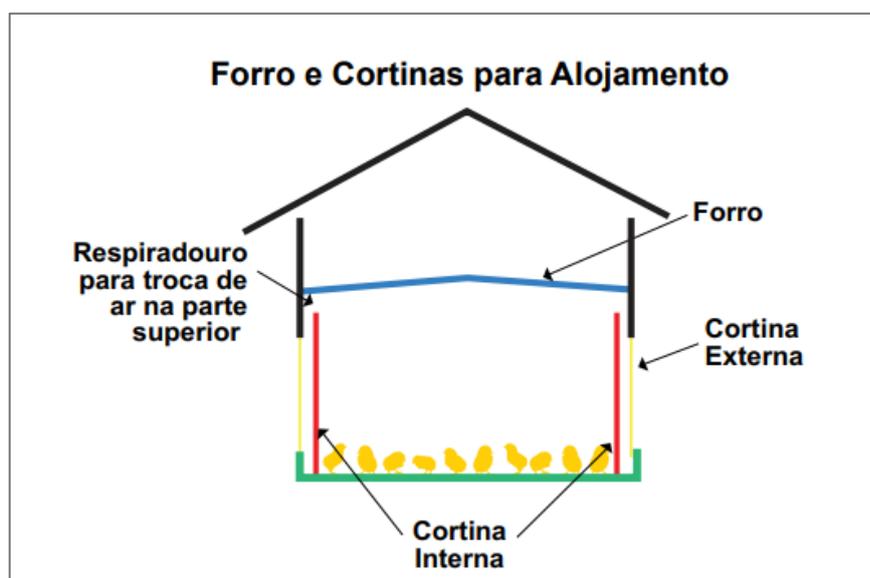
Estes galpões são caracterizados por possuírem em média tamanhos de 112m x 13m, com uma altura média de 2,85m, possuindo uma média de alojamento de 12 aves por metro quadrado, sendo ainda que elas ficam alojadas em média 43 dias (SAKAMOTO, 2017).

Um bom ambiente e estando este bem condicionado é de extrema importância para um bom desenvolvimento do animal em confinamento. As trocas constantes e muito rápidas da temperatura dentro do ambiente causam estresse ao animal, o que reduz de forma significativa o consumo de alimento e assim um consequente aumento na energia para a manutenção corporal do mesmo. Por este motivo, é de extrema notoriedade uma instalação bem pensada e projetada (COBB-VANTRESS, [2012]).

#### 2.4.3 Sistema de Instalação *Dark House*

O sistema de instalação avícola conhecido como *Dark House*, foi trazido dos Estados Unidos e se relaciona intrinsecamente com o controle da luminosidade e de temperatura que é dissipado para dentro das instalações (Figura 3). Ele visa o bem-

estar das aves em confinamento, mantendo-a isolada das condições externas que são consideradas como sendo desfavoráveis, com o principal objetivo de as manter calmas aumentando assim a sua produtividade (SMANIOTTO et al., [2018]).



**Figura 3: Corte de Instalação Avícola.**  
 Fonte: COBB-VANTRESS, ([2012]).

Estes são aviários que trabalham com uma pressão negativa, portanto são considerados como sendo mais modernos, possuindo um sistema de controle das condições térmicas internas que não é possível de se obter em outros sistemas. Nesse sistema, o ar entra na edificação somente pelos exaustores, o que favorece um maior controle térmico, a entrada de ar fica ao encargo somente das placas evaporativas que são instaladas já no início da edificação e as cortinas sempre permanecem fechadas com uma boa vedação (PAULINO, 2019).

Para estes modelos de aviários o uso de geradores é altamente recomendado, uma vez que se utiliza de muitos equipamentos elétricos para o controle do mesmo e uma possível falta de energia poderia causar um estresse e até mesmo a morte de muitos animais (PAULINO, 2019).

Andreazzi et al., 2018, relata que aviários com tecnologia que possui o poder de controlar o ambiente se mostra mais viável economicamente, trazendo vários benefícios acerca do produtor e da produtividade, uma vez que este necessita de uma quantidade menor de mão de obra. Há uma consequente economia no consumo de alimento pelas aves, já que elas não dispersam sua energia com fatores externos e há um crescente ganho de peso com as mesmas.

## 2.5 CONFORTO PARA ANIMAIS CONFINADOS

Entende-se por conforto animal a situação quando os animais podem se comportar naturalmente, levando em consideração a evolução da espécie, a maneira como eles se adaptam ao ambiente e mantêm suas necessidades comportamentais em equilíbrio (WECHSLER; LEA, 2007).

O Brasil vem ocupando um lugar de destaque na produção e exportação de aves para abate de maneira crescente, sendo de suma importância a adaptação do país para as normas e padrões internacionais. Os maiores importadores de carne de frango do Brasil, exigem a padronização europeia de formas de produção e manejo, incluindo o conforto ao animal em confinamento (MOURA et al., 2010).

Segundo os protocolos sobre a produção orgânica ou instrução normativa Nº 46, de 2011, é sempre importante levar em consideração algumas normativas e considerações do Ministério da Agricultura, onde os principais são os artigos 25, 26 e 27 que tratam do bem-estar animal. Estes protocolos descrevem a preocupação com o bem-estar do animal em confinamento, sendo pensado no bom desenvolvimento e produção, sempre levando em consideração o respeito com as necessidades das criaturas, adquirindo preferencialmente animais de raças adaptadas ao tipo de manejo ao qual se deseja empregar e as condições climáticas locais e também, o respeito com a alimentação, nutrição e liberdade sanitária dos mesmos (NAZARENO et al., 2011).

Estudos frequentes vêm abordando a temática do bem-estar animal, mostrando que o mal-estar e um nível elevado de estresse podem ser mais suscetíveis para se adquirir doenças, trazendo riscos evidentes aos consumidores (IANNETTI et al., 2020).

Países de climas quentes apresentam problemas na criação de animais em confinamento, devido ao fato de apresentarem temperaturas médias, consideradas altas durante as estações, causando aos animais o estresse térmico, produzindo assim mais calor do que eles podem dissipar, tendo que diminuir a sua quantidade de ingestão de alimentos e reduzindo conseqüentemente a produtividade, desenvolvimento e saúde dos mesmos (SEVEGNANI; GHELFI FILHO; SILVA, 1994).

Os primeiros efeitos causados pelas altas temperaturas e falta de conforto aos frangos de corte é a redução da quantidade de alimentos que ingerem. Esta

redução é uma estratégia natural da ave, a fim de diminuir a produção de calor influenciada pelo metabolismo animal, reduzindo assim a perda de calor, mais conhecida como incremento calórico. Já em temperaturas baixas, as aves podem desenvolver hipodermia ou até mesmo síndromes, como por exemplo a ascite (hipertensão pulmonar) (PATRÍCIA DE SOUZA, 2005).

Não só o resfriamento e ventilação são importantes, mas também o aquecimento, e este não é uma tarefa considerada fácil, uma vez que as primeiras semanas de vida da ave no ambiente confinado é de suma importância. Os possíveis erros cometidos nesta fase dificultarão muito a produtividade. Devendo ser mantido um cuidado especial para se obter o perfeito crescimento e desenvolvimento das aves. Os gastos obtidos com esta tarefa encarecem a produtividade, sendo ainda considerado relevante a emissão de gases poluentes na queima de combustíveis para tal função (CORDEIRO et al., 2010).

Sendo assim, Moura et al., (2010), relatam que a produtividade depende fortemente das instalações e dos equipamentos que são utilizados para a produção. São muitas as interferências, tanto internas, quanto externas que afetam o desempenho da produtividade. As construções desenvolvidas para estes fins, devem levar em consideração muitas outras questões e não somente fornecer sombra ao animal. Diante disto, elas devem ser consideravelmente pensadas exigindo os novos conceitos desde a fase de projeto.

## 2.6 AVIÁRIOS

As primeiras horas em que o animal é inserido em seu novo habitat é primordial para o seu comportamento. E vai adquirir os conhecimentos sobre o ambiente e isso o ajudará a melhorar a sua sobrevivência (WECHSLER; LEA, 2007).

A edificação em que o animal será inserido tem como principal funcionalidade dar conforto, obtendo-se assim, um conseqüente aumento na produtividade. As instalações recebem a ação do clima de forma direta, tendo uma troca entre os materiais utilizados para a construção e a radiação solar, devendo então serem pensadas e construídas de uma maneira em que afetem o mínimo possível a qualidade de vida e desenvolvimento dos seres vivos, reduzindo assim significativamente o estresse térmico nos animais (SEVEGNANI; GHELFI FILHO; SILVA, 1994).

As estruturas para serem consideradas como sendo relativamente boas ao produtor, devem levar em consideração os materiais de construção, as técnicas e formas construtivas empregadas e as aptidões climáticas, sendo que a maior parte dos investimentos para a criação de animais em confinamento está restrita a edificação. Ela deve estar intimamente ligada com as questões do bem-estar animal, com as trocas de calor com o meio interno, não afetando de nenhuma maneira as reações fisiológicas dos animais e as suas conseqüentes produtividades (SEVEGNANI; GHELFI FILHO; SILVA, 1994).

Sendo assim Furtado et al., (2006), relata que um ambiente onde pode ser identificada a termoneutralidade e sendo, portanto, um ambiente considerado propício para a criação de aves de corte, seria um ambiente em que as aves conseguissem expressar de maneira mais efetiva as suas melhores qualidades produtivas. Os autores destacam também que um ambiente confortável se encontra entre 18°C e 28°C de temperatura, com uma umidade relativa de ar entre 50% e 70%, onde não afetaria o crescimento e desenvolvimento dos mesmos.

### 2.6.1 A Iluminação em Aviários de Frango de Corte

A avicultura brasileira ocupa um lugar de destaque na produção de carne de corte global e isso se dá graças aos grandes investimentos que o setor vem ganhando. Ribeiro et al., (2016), relatam que o segundo maior gasto com a produção de carne de frango atualmente se dá com a eletricidade, ficando atrás somente dos gastos obtidos com a alimentação.

Contudo, sabe-se que a utilização de fontes alternativas para o consumo de energia é de grande auxílio na economia de gastos ao produtor e a eficiência energética é uma questão imprescindível, ainda mais com a utilização de vários equipamentos para o funcionamento das edificações avícolas.

A iluminação é considerada como sendo um dos fatores que mais influenciam no desenvolvimento das aves. Um ambiente bem iluminado, além de reduzir o canibalismo influencia em diversos outros fatores, bem como na reprodutividade, na questão comportamental e fisiológica animal (GONGRUTTANANUN; GUNTAPA, 2012).

Contudo, a iluminação natural é considerada como sendo o melhor tipo de iluminação que existe. É a luz proveniente do céu, difundida através da abóboda

celeste, que traz a concepção de formas e cores para seus usuários, obtendo-se um melhor funcionamento das funções biológicas, e também diversas outras informações acerca do ambiente em que o indivíduo está inserido. (GUIDI et al., 2018). Silva (2007), relata que a iluminação natural, quando utilizada de maneira correta, oferece ganhos nas condições ambientais e reduz o consumo de eletricidade, além de proporcionar vários outros benefícios.

Os bloqueadores solares ou brises-soleil, são muito eficientes no controle solar para dentro da edificação, auxiliando nas condições térmicas e minimizando as temperaturas ambientais, trazendo ainda benefícios acerca do ofuscamento e economia de energia. No mercado, podem ser encontrados vários modelos de bloqueadores solares, podendo estes serem fixos ou móveis e adaptando-se assim as necessidades de cada edificação (SILVA, 2007).

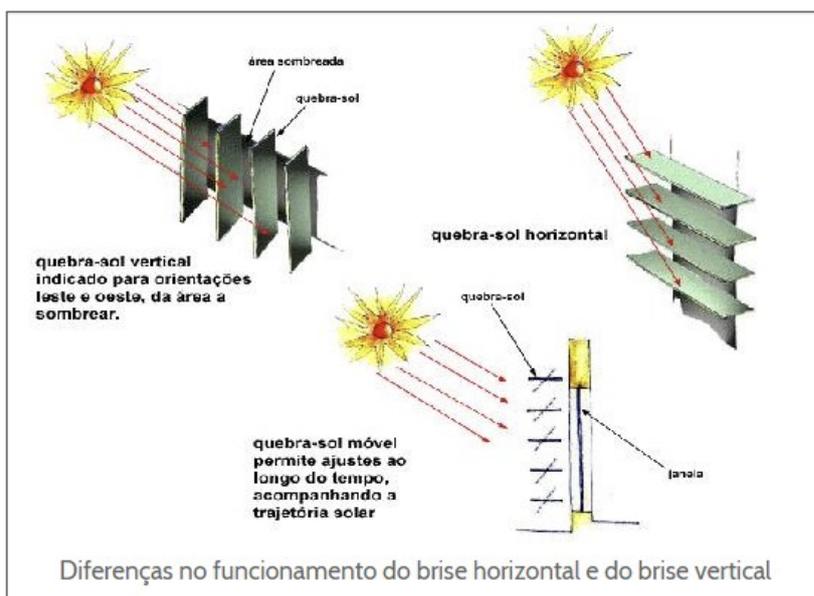
Um bom planejamento acerca da iluminação dos ambientes, prevendo a incidência e a localização do mesmo, é de fundamental importância para uma boa eficiência energética na edificação, tendo maior aproveitamento dos recursos naturais e economia na utilização dos recursos fósseis para tal funcionamento. Toda luz atinge diretamente o desenvolvimento da ave, com isso, é necessário a elaboração de ambientes com uma boa intensidade de iluminação; possibilitando uma máxima produtividade, juntamente com a utilização da iluminação elétrica para fim de minimização de gastos (FREITAS; COTTA; OLIVEIRA; GEWHER, 2005).

#### 2.6.2 Bloqueador de Radiação Solar (Brisas-Soleil)

Brise é um elemento arquitetônico cuja principal funcionalidade é controlar o ganho de calor oriundo de entradas das aberturas (janelas). Porém, este elemento pode desempenhar um papel muito importante na ventilação natural do ambiente, sendo, assim, uma estratégia muito utilizada para a redução do consumo de eletricidade. Os brises atuam na atenuação da radiação solar direta, criando quase que uma “barragem” de entrada da radiação solar para o interior da edificação, porém, permitindo a passagem da iluminação natural (QUADROS; MIZGIER, 2017).

Segundo Furtado et al., (2006), a faixa de conforto térmico para aves de corte está entre 18°C e 28°C e a incidência de luz é considerada como sendo de grande importância, uma vez que estas podem causar grandes influências no desenvolvimento das aves.

A utilização deste tipo de elemento arquitetônico na edificação é de grande importância, elas podem ser encontradas em duas formas (Figura 4), horizontais e verticais. As horizontais são as mais indicadas para as regiões do hemisfério norte e as verticais para as regiões do hemisfério sul. Podem ainda serem móveis, onde se adaptam às necessidades da obra e da insolação, ou fixas. Para o Brasil as mais recomendadas são as horizontais para as fachadas norte e verticais e horizontais para as fachadas noroeste e nordeste (FRANCO, 2018).



**Figura 4: Esquema de Brises Horizontais e Verticais.**  
**FONTE:(FRANCO, 2018).**

Estudos mostram que a luz age no mecanismo fisiológico dos animais, por isso, a importância de um ambiente corretamente iluminado é primordial para o desenvolvimento das aves em confinamento. Como a luz obtida pelo sol é abundante, a iluminação que dela provém é suficiente na maior parte do dia, não sendo de tanta necessidade a utilização da iluminação artificial. Contudo, o seu controle deve ser pensado, uma vez que esta iluminação provoca aquecimento dentro dos ambientes. Sendo assim, os brises vêm para atuar neste quesito, controlando a entrada da radiação solar que causa o aquecimento e permitindo a entrada da iluminação natural (GONÇALVES, 2012).

### 2.6.3 A Ventilação Natural em Aviários de Frango de Corte

A ventilação natural é considerada como sendo um dos maiores fatores que

proporcionam um conforto térmico ao ambiente. Como definição, pode ser considerado que o emprego do ar natural para a obtenção de um melhor condicionamento térmico é chamado de ventilação natural. Nos países de clima quente, como o Brasil, é imprescindível a sua utilização para a obtenção do conforto térmico além da eficiência energética (SOUZA; RODRIGUES, 2012).

Para se obter uma melhor ventilação ambiental, é importante atentar que a ventilação é realizada por fatores de pressão e depressão. A ventilação dentro das instalações é realizada através das aberturas, sendo que a entrada do ar se dá por meio das zonas de alta pressão e as saídas pelas zonas de baixa pressão (TOLEDO, 2016). A movimentação, a força que o vento exerce no interior dos ambientes e a diferença de densidade é denominada como sendo efeito chaminé, podendo os mesmos agirem juntamente ou separadamente, a fim de se obter um maior conforto para a edificação (SOUZA; RODRIGUES, 2012).

Com a chegada do “mundo globalizado” e a grande variedade e oferta de maquinários para a obtenção do conforto térmico, o homem contemporâneo deixa de aproveitar os recursos naturais e abundantes disponíveis. Porém, com as pautas mundiais voltadas para a sustentabilidade, a eficiência energética torna-se cada vez mais frequente, tendo uma retomada do pensamento sustentável para as edificações, desenvolvendo e adaptando estratégias bioclimáticas que venham a se adaptar aos trópicos, tornando as edificações mais sustentáveis com uma consequente redução dos custos.

Para se obter uma eficiência térmica dentro das instalações avícolas, é necessário se atentar a algumas variáveis, como umidade, radiação solar, velocidade do vento e produção de gases, que desempenham forte influência na produtividade e crescimento do animal. Sendo assim, um bom sistema de ventilação, sendo bem empregado pode ser determinante para a obtenção do microclima dentro da edificação (SANTOS et al., 2005).

Estas variáveis vêm acompanhando o desenvolvimento da ave desde seus primeiros dias de vida, onde as instalações devem estar preparadas para receber seus “usuários” e a se “moldar” conforme as suas necessidades. Nos primeiros dias de vida, a ventilação dentro dos ambientes deve ser mínima, não causando resfriamento aos animais, uma vez que as aves ainda não possuem uma temperatura estável. Outro fator de grande importância para o controle nestas edificações é a eliminação dos gases que são produzidos, sendo que o controle dos mesmos é fundamental para se

obter uma boa qualidade de vida animal (SARAZ et al., 2017).

Sendo assim, as trocas de ar dentro das instalações avícolas tornam-se fundamentais para se obter um bom desenvolvimento das aves, uma vez que ela proporciona maior conforto térmico e facilita as trocas de gases com o meio externo tão importantes ao ambiente. Com isso, a questão do estudo de uma ventilação é de grande importância, sendo que o mesmo subsidiará a viabilização de um bom desenvolvimento, tornando-o mais econômico e sustentável ao produtor.

#### 6.2.4 Eficiência Energética

O surgimento tecnológico trouxe ao “homem moderno” a falsa visão de que tudo poderia ser controlado, até mesmo as limitações impostas pelo clima. Com a chegada da revolução industrial e o desenvolvimento da arquitetura moderna, surgiram novas formas de se pensar em projetos, utilizando de fachadas envidraçadas, permitindo a visualização do externo e a entrada da luz no interior dos ambientes. Com isso, o pensamento bioclimático foi deixado de lado, utilizando-se muito das tecnologias para climatização de espaços.

Com o pensamento mundial voltado para a tendência da economia de energia, as políticas vêm sendo voltadas cada vez mais para este âmbito, onde reduzir o consumo e tentar fazer as edificações se tornarem mais sustentáveis é o principal foco. Com isso, vêm sendo criadas várias leis e regulamentos que visam estipular o desempenho energético das edificações, uma delas é a Lei 10.295 de 2001 - Lei de Eficiência Energética, tendo como ponto de avaliação principal as estratégias que são utilizadas em projeto, as propriedades dos materiais que são utilizadas para a construção e os sistemas de ventilação, iluminação, e aquecimento de águas (SOUZA; SOARES; ALVES, 2018).

A frequente preocupação com as mudanças climáticas e o alarme do esgotamento dos recursos fósseis em total evidência, vem fazendo com que o pensamento de como se projetar esteja mudando. A volta do pensamento sustentável com a preocupação da redução de consumo com ambientes planejados para o melhor bem estar do usuário, tem trazido o patamar de projetos de construção para outros rumos. Contudo, a tecnologia computacional foi uma das principais difusoras destas mudanças, uma vez que com seu auxílio é possível de serem realizadas simulações e estudos antes mesmo da obra ser inicializada, reduzindo muito os riscos e

solucionando futuros problemas (ROCHA; MENDES; OLIVEIRA, 2018).

Estudos cada vez mais frequentes vêm mostrando que os materiais que são utilizados para a construção das edificações são os principais dissipadores de calor para o interior dos ambientes, influenciando assim de maneira significativa o equilíbrio térmico ambiental. Com isso, algumas estratégias para a minimização podem ser utilizadas, como por exemplo a utilização de telhados com cores claras e/ou altamente reflexivos (com elevado albedo e uma grande refletividade a luz infravermelha). A utilização de telhados verdes ou telhados “irrigados”, também são considerados como técnicas passivas porém de grande utilidade, uma vez que se reduz significativamente a temperatura para resfriamento, a temperatura do ar e a de superfície (MUNIZ-GÄAL; PEZZUTO; CARVALHO; MOTA, 2018).

A indústria avícola no Brasil desempenha um papel muito importante na economia, uma vez que vem liderando as produções, graças a grandes investimentos no setor. Devido a esta importância que o setor exerce para o país, a iluminação é considerada como sendo a mais importante para a produção, uma vez que influencia no desenvolvimento animal. Porém, é considerado o segundo maior gasto da produção. Os grandes gastos com eletricidade para a produção e os desperdícios são altos, sendo assim, é imprescindível estudos que venham possibilitar maior competitividade, dispondo de tecnologias para a iluminação que melhorem a eficiência energética do mercado (RIBEIRO; et. al, 2016).

Em alguns casos, o consumo para a produção é muito superior do que os lucros que são obtidos com ela, resultando assim em um balanço considerado como sendo negativo ao produtor. Com isso, a grande necessidade de se obter melhorias para a qualidade e eficiência energética nos aviários é de grande importância, sendo assim possível de se reduzir os impactos causados pela produção, não se tornando um problema tanto para o produtor como que mundial (CERVI, 2009). Curi, Vercellino, Massari, Souza e Moura (2014), relatam que há uma necessidade de desenvolver uma produção mais limpa e sustentável, onde os estudos para tal desenvolvimento deve ser postos em pauta.

Desta maneira, a avicultura sustentável é um grande desafio para o Brasil, sendo de primordial importância atingir os grandes pontos de produção com qualidade, para que possa continuar no topo dos rankings mundiais e na competitividade, porém a implementação de diretrizes e pensamentos bioclimáticos e de sustentabilidade é muito importante para o crescimento da produtividade,

minimizando os custos e maximizando os lucros com a produção.

## 2.7 TECNOLOGIA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

O ramo da construção civil é conhecido mundialmente por ser um dos campos com maior importância e competitividade. Ele é o responsável por construir a infraestrutura e as edificações que são necessárias para a maioria dos outros serviços e setores, sendo então, explícito que seu crescimento e desenvolvimento é de extrema importância e vem acompanhando as mudanças do mundo. Com isso, os processos criativos e de desenvolvimento projetuais estão em constante aperfeiçoamento (AMARILLA; IAROZINSKI NETO, 2018).

A construção civil vem sendo foco de crescentes estudos do âmbito da tecnologia da informação, onde o principal se baseia em BIM, que é o responsável pelo processo de criação de projetos de edificações, contendo não somente a parte de desenhos e esboços, mas também muitas outras informações imprescindíveis para o decorrer da obra (ADDOR; SANTOS, 2017).

Um dos ramos que podem ser citados como sendo o promissor na área da construção civil é a metodologia BIM, que é uma tecnologia virtual gerada por meio de computadores, que vem para auxiliar os projetistas e as empresas na criação e construção de seus projetos. Ele não auxilia e facilita apenas a parte de criação, mas também traz a possibilidade de modelar o ciclo de vida do edifício, trazendo mudanças necessárias e de interações entre as equipes, bem como resultados nas construções de edificações com menores custos, em menor tempo e sendo ainda possível de solucionar problemas que poderiam ocorrer no decorrer da obra (EASTMAN et al., 2008).

Menezes (2012), cita que BIM, é uma base de dados que integra todas as pessoas envolvidas com o empreendimento, desde a sua fase de construção até a demolição e reutilização de materiais. Ele integra uma base de dados na qual é possível anexar informações, blocos com espessuras, materiais e até mesmo fabricantes. Com ele é possível editar projetos e ver as suas alterações em tempo real, sendo ainda possível de se obter tabelas para a confecção de orçamentos e quantificações de materiais, tudo de uma maneira rápida e fácil. Estas tabelas são geradas automaticamente pelos softwares ao se especificar as características e propriedades dos materiais que estão sendo utilizados para a confecção do projeto. A

inclusão e compatibilização de projetos também é uma ferramenta muito útil nesta tecnologia

Segundo Eastman et. al (2008), há grande confusão no que pode ser considerado tecnologia BIM, por isso, é importante descrever que programas computacionais que não possuam inteligência paramétrica, que possuem vários arquivos e não tendo os vários projetos compatibilizados em apenas um software e que trabalham apenas com a visualização em CAD 2D ou 3D não podem ser considerados como pertencentes a plataforma. Estes, portanto, não permitem a integração de mais pessoas ou uma equipe através da “nuvem”, sendo assim impossível de solucionar problemas sem a presença em reuniões.

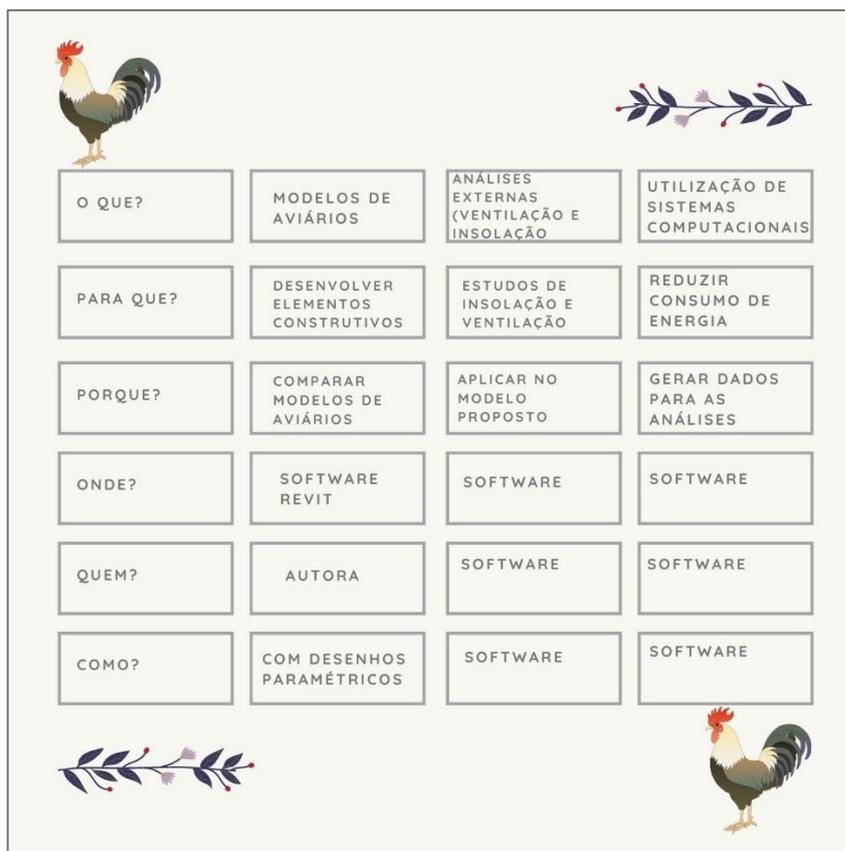
No ano de 2018, o Brasil oficializou o decreto para a disseminação de implantação e utilização da plataforma BIM, mais conhecido como “estratégia BIM BR”. Tem o intuito de oficializar a utilização desta tecnologia até o ano de 2021, sendo obrigatória o seu uso em setores públicos. Outra meta destacada no mesmo decreto, relata o aumento do incentivo em 10 vezes, sendo que se espera que 50% do PIB obtido com a construção civil venha a partir desta nova metodologia (BRASIL, 2018). Com isso, pode ser observada a importância da implantação e da utilização desta plataforma e tecnologia, que veio para solucionar gargalos que até então não eram supridos.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste capítulo é abordada a metodologia que se utilizou para atingir os objetivos que foram apresentados na Seção 1.2. Em seguida, são apresentados os detalhes e os procedimentos seguidos para assim ser possível a realização das discussões em torno do tema proposto.

#### **3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS**

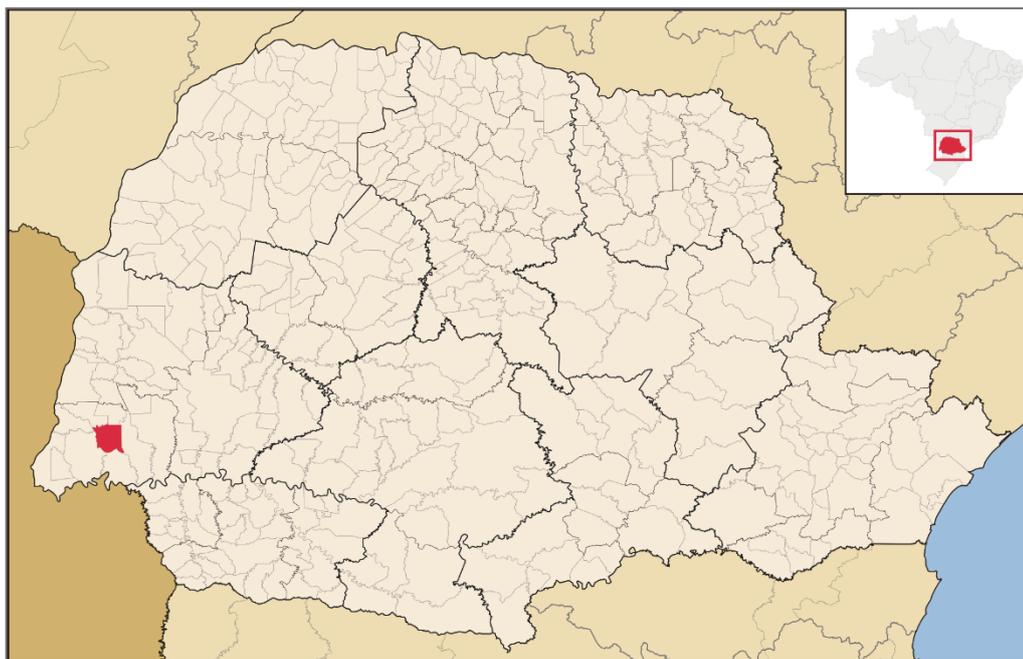
Para a execução deste trabalho, foi subdividido em três fases, conforme pode ser visualizado na Figura 5. Inicialmente, o estudo objetivou a ser desenvolvido a partir de desenhos paramétricos, tanto do aviário escolhido para a comparação, quanto aquele que foi proposto com as técnicas da arquitetura bioclimáticas escolhidas. Após esta fase, foram realizadas as análises, como clima, insolação, ventilação e desempenho térmico dos materiais. Posterior as análises computacionais, foi possível de ser identificado se o modelo proposto atende às necessidades a que se busca.



**Figura 5: Quadro Metodológico.**

**FONTE: ELABORADO PELA AUTORA (2019).**

O município escolhido para a implementação dos modelos virtuais foi o de Medianeira (Figura 6), localizado no oeste do estado do Paraná, por ser considerada como um importante polo de produtividade de frangos de corte e um dos maiores produtores da região, uma vez que possui uma estrutura consolidada contando com cooperativas integradas e abatedouros na cidade e região.



**Figura 6: Mapa de Localização de Medianeira no Estado do Paraná.**  
**FONTE: (ABREU, 2006).**

Este município apresenta um bom relevo, sendo propício à implantação da agroindústria, um dos ramos e fonte de arrecadação de renda municipal. O clima possui dois pontos fortes, o verão e o inverno, onde chega ao pico de temperaturas gerando, muitas vezes, uma dificuldade para os produtores. Porém, os números relatam que o município escolhido apresenta uma excelente produtividade.

Foi aplicada uma análise sobre a base de dados de uma estação meteorológica do município de São Miguel do Iguçu, por ser a cidade mais próxima com medições climáticas, para que assim a distância não pudesse ocasionar distorções climáticas nos resultados analisados. Sendo assim ambas as edificações podem estar expostas as mesmas condições climáticas e de intempéries, sendo possível analisar a eficiência energética somente pelas formas arquitetônicas da edificação.

O estudo analisou dois modelos de edificações avícolas. O modelo aberto convencional ou lonas amarelas e o modelo proposto, utilizando das técnicas da arquitetura bioclimática. Para isto, não foram considerados os equipamentos elétricos instalados na edificação, uma vez que o modelo convencional não necessita de tanto controle. Deste modo, a comparação foi concebida somente utilizando das formas arquitetônicas.

## 3.2 SISTEMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS PARA A CONFECÇÃO DO TRABALHO.

Ao se ter acesso à todas as informações acerca da edificação utilizada como modelo para a comparação, pode-se dar início aos desenhos paramétricos da mesma, sempre utilizado da plataforma BIM. Ao se findar esta parte do trabalho e tendo selecionado as técnicas da arquitetura bioclimática empregada no modelo proposto também foi possível de se realizar o início dos desenhos paramétricos para a confecção da volumetria proposta.

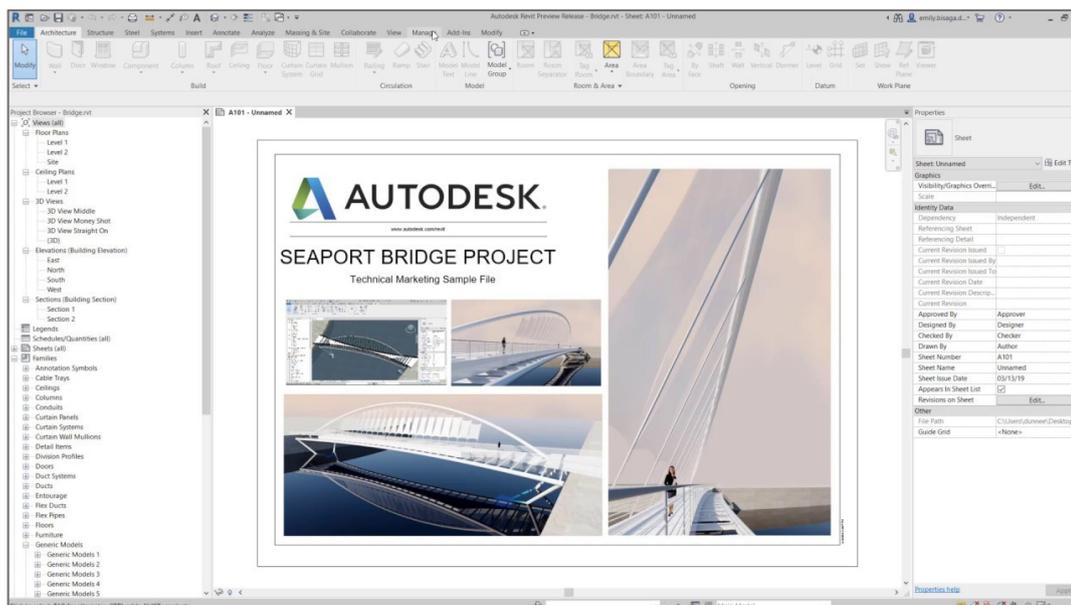
Ao estar com todos os modelos concluídos, pode-se iniciar a simulação computacional de temperatura, realizada com um software da mesma empresa do *Revit* (software utilizado para a confecção dos desenhos paramétricos dos modelos), o Green Building Studio, que é uma plataforma que se integra com o *Revit* e é possível serem realizadas simulações térmicas.

### 3.2.1 Tecnologia Bim – Software *Revit*

O software *Revit*, é um programa criado sobre a plataforma BIM (*Building Information Model*), ele é um dos mais consolidados pelos profissionais pelo mundo, sendo uma das mais completas ferramentas em BIM para a área da construção civil.

Eastman et al., 2008, relata que esta tipologia de ferramenta vem para auxiliar os profissionais, tornando os processos mais dinâmicos, sendo possível de se racionalizar os processos e pensar como um todo, do início, sendo a fase de projeto até a parte do final de vida da obra, contando com a demolição e reutilização de materiais ou mais conhecido como *Retrofit*, sendo possível ainda de parametrizar a obra.

O projeto foi confeccionado a partir da modelagem computacional de dois modelos de aviários, tendo como principal instrumento para a elaboração o programa computacional *Revit* da *Autodesk*, na versão 2020, onde é possível ser visualizada a interface do programa na Figura 7.



**Figura 7: Interface Inicial do Revit.**  
**FONTE: ACERVO DA AUTORA, 2020.**

As plantas, cortes e detalhamentos para os desenhos técnicos foram realizados pela autora, sendo que o modelo de lonas amarelas, foi desenvolvido a partir de modelos já existentes e comumente encontrados na região do estudo. O modelo proposto apresentará algumas soluções construtivas utilizando da arquitetura bioclimática.

A modelagem computacional dos modelos para estudo trouxe uma “realidade” mais abrangente dos que as descritas em formas bibliográficas, sendo possível assim de ser analisado a sua condição térmica por meio deste modelo, facilitando a sua comparação.

Os elementos construtivos utilizados para a confecção de ambos os modelos, são os mesmos encontrados comumente no mercado, para que assim seja possível uma reprodução. Estes elementos estão disponíveis dentro da biblioteca de materiais e elementos, dentro do *Revit*, contando com o tipo de superfície, espessura e algumas outras informações.

E por fim, com a obtenção dos dados referentes as simulações, deu-se início a comparação de ambas, verificando se os objetivos que foram propostos no início da pesquisa foram atingidos.

### 3.2.2 Software *Green Building Studio*

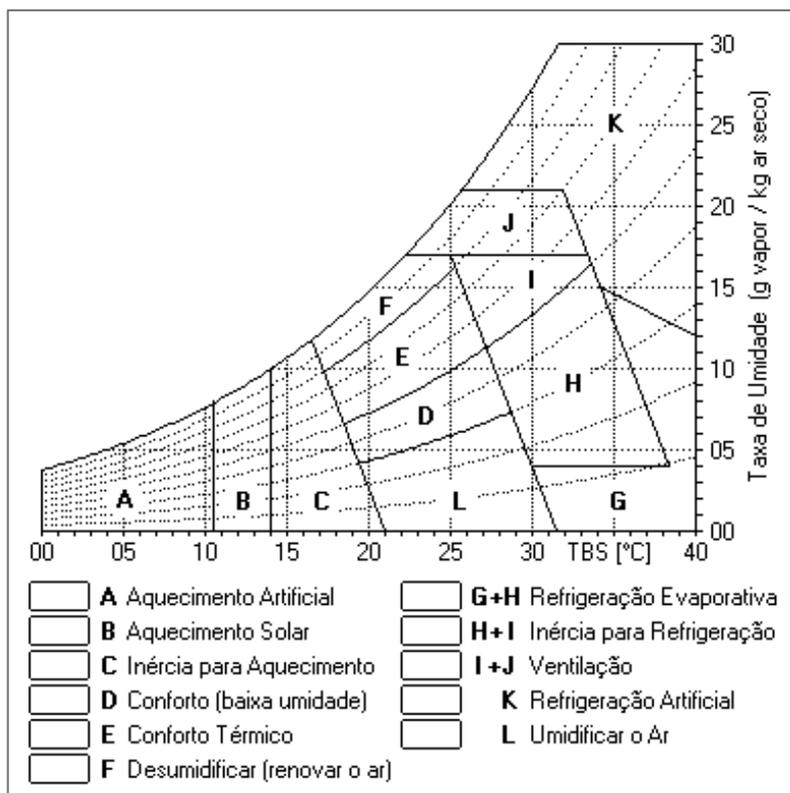
Para a análise da eficiência energética foi utilizado o software Green Building Studio, que pode ser utilizado tanto por meio da web, ou por meio de ferramentas completas dentro do Revit. Para este projeto a utilização dele se deu por meio da visualização em web.

Com este software, é possível se analisar a eficiência energética de uma edificação. Ele está diretamente ligado com a nuvem, onde se permite a execução destes desempenhos, mostrando os resultados de consumo de eletricidade, sendo possível otimizar a eficiência energética da edificação antes mesmo de ela ser construída.

### 3.2.3 Técnicas da Arquitetura Bioclimática

Um edifício para que possa ser considerado como mais eficiente energeticamente necessita dar a possibilidade de manter as condições climáticas internas sem a utilização de equipamentos para isto. Nos dias atuais, existem várias estratégias que podem ser utilizadas para esta obtenção, por este motivo, que se destaca a importância da utilização de produtos e tecnologias mais eficientes para a qualidade térmica (KRÜGER; MORI, 2012).

As estratégias da arquitetura bioclimática que foram escolhidas para a implementação do modelo de aviário proposto foi realizado com o auxílio da NBR 15220 e com o software Zoneamento Bioclimático do Brasil – UFS – Car, do laboratório de eficiência energética em edificações, da Universidade Federal de Santa Catarina, conforme pode ser visualizado na Figura 8. Esta análise, foi feita a partir da estação meteorológica de São Miguel do Iguaçu - PR, por ser a estação meteorológica mais próxima da implantação virtual do projeto, sendo ainda observado a incidência solar, o ângulo que o sol atinge e a interferência direta que o calor exerce sobre as edificações.



**Figura 8: Zoneamento Bioclimático de Medianeira – PR.**  
**FONTE: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2020.**

Conforme pode ser visualizado na Figura 8, as estratégias necessárias para a obtenção de um maior conforto dentro das edificações para o município de Medianeira são: aquecimento solar de edificações, permitir insolação nos ambientes e a utilização da ventilação natural.

### 3.2.4 Modelos de Aviários Analisados

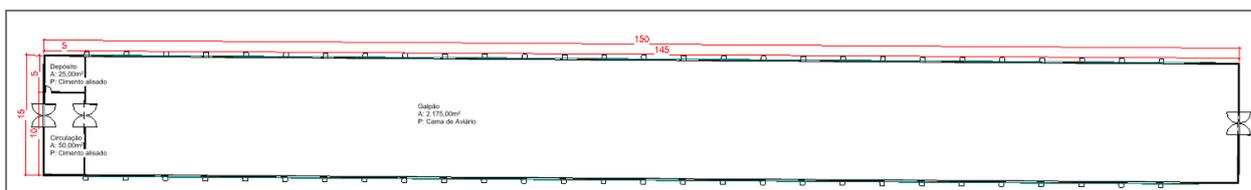
Para as análises feitas por meio do software *Green Building Studio* foram explorados duas edificações propostas de aviários. A primeira, uma edificação convencional de lonas amarelas e a segunda, uma edificação com algumas técnicas da arquitetura bioclimática. As sugestões de alteração construtivas são a utilização de paredes mais espessas, aberturas zenitais (lanternim), ventilação cruzada, brises, pinturas em cores claras para a maior dissipação do calor solar, utilização de vegetação do tipo caducifólia (vegetação robusta com muitas folhas no período do verão, permitindo um maior sombreamento e no período de inverno perde as folhas permitindo uma maior insolação) além da utilização de painéis fotovoltaicos para a produção de energia solar.

Ambas as edificações foram modeladas sem conter os equipamentos utilizados para o funcionamento, uma vez que na edificação de lonas amarelas os equipamentos utilizados são em poucos números, e também pelo motivo de que a proposta é se fazer a análise utilizando somente a edificação e suas formas construtivas.

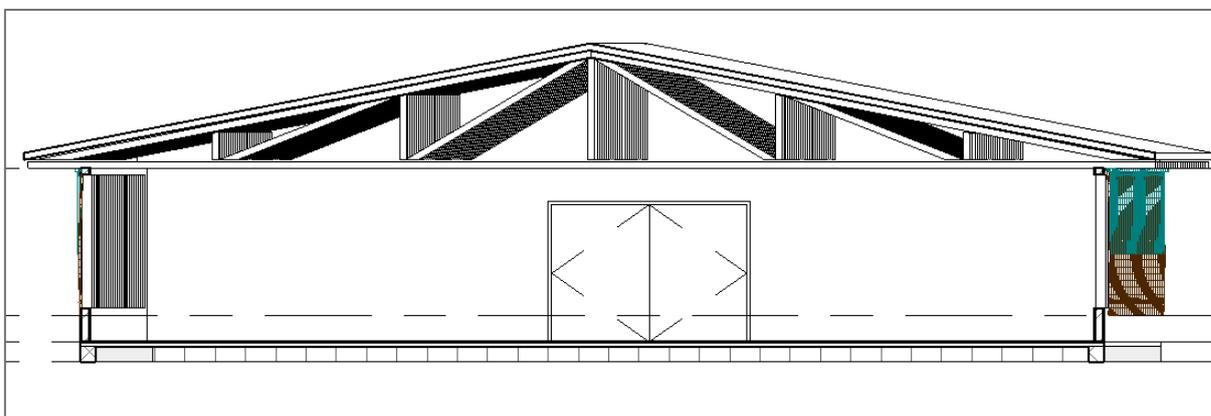
Para que se possa visualizar qual é o modelo com melhor desempenho, foram feitas alterações somente na forma construtiva, como materiais e estratégias de construção.

### 3.2.4.1 Modelo Convencional – Lonas Amarelas

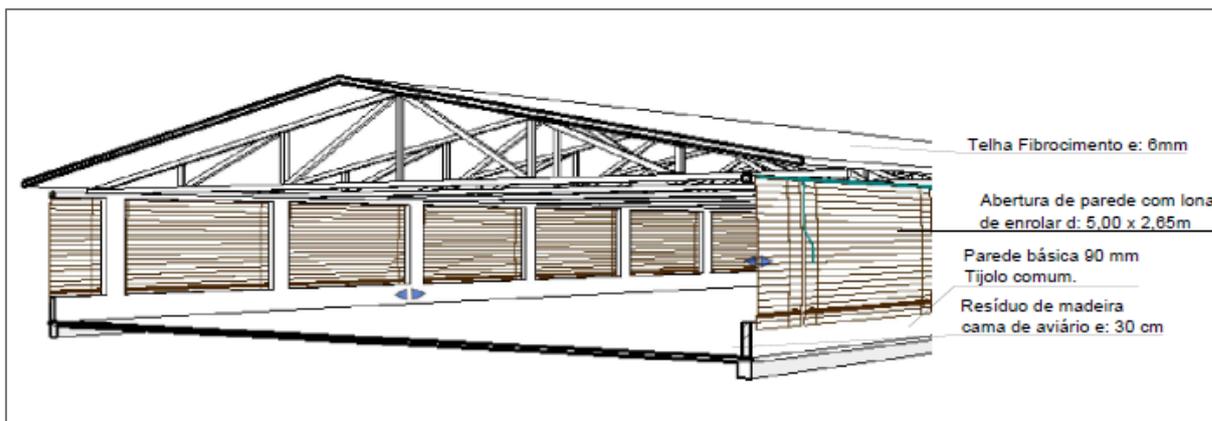
O modelo de lonas amarelas, Figura 10, foi confeccionado seguindo os padrões que encontramos no mercado, possuindo uma dimensão de 15m por 150m, totalizando uma área quadrada estimada em 2.250,00m<sup>2</sup>, possuindo ainda um pé direito (altura do piso ao forro), de 2,60m, sendo ainda que a sua parte construtiva é feita sobre tijolo de alvenaria assentado, contendo tesouras de madeira e lona de enrolar em polietileno, contando com uma cobertura de telhas de fibrocimento com espessura média de 6mm.



**Figura 9: Planta Baixa - Edificação Lonas Amarelas.**  
**FONTE: ELABORADO PELA AUTORA, 2020.**



**Figura 10: Corte "AA" - Edificação Lonas Amarelas.**  
**FONTE: ELABORADO PELA AUTORA, 2020.**



**Figura 11: Corte Perspectivado - Edificação Lonas Amarelas.**  
**FONTE: ELABORADO PELA AUTORA, 2020.**

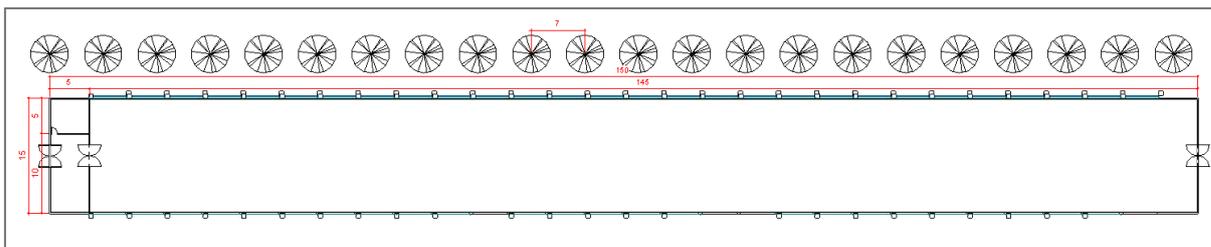
As Figuras 11 e 12, mostram simultaneamente um corte da edificação e um corte perspectivado onde, demonstra alguns dos materiais que foram utilizados para a sua construção.

Os elementos de projeto devem sempre serem observados tendo em vista uma melhor orientação solar, localização e dimensionamento. Para a edificação convencional foi utilizada a orientação para as janelas para norte/sul, conforme manual da Embrapa sugere (ABREU, [entre 2000 e 2020]).

### **3.2.4.2 Modelo Proposto – Arquitetura Bioclimática**

O modelo proposto (Figura 13), vem utilizando algumas técnicas da arquitetura bioclimática que foram escolhidas pela autora por meio da NBR 15220, sendo consideradas técnicas simples e fáceis de aplicar, onde o produtor pode utilizar nas suas edificações.

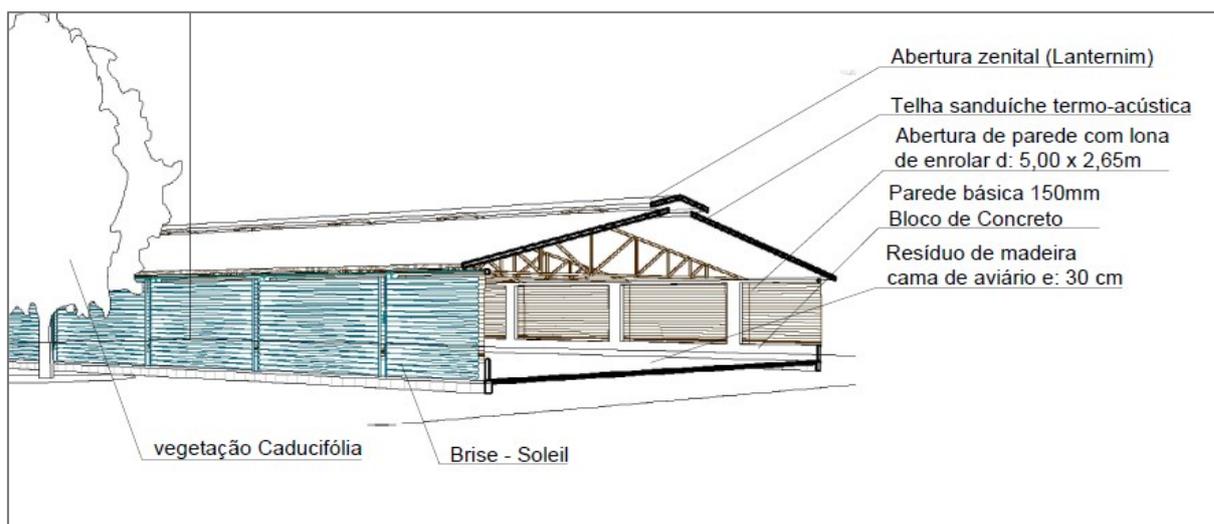
Esta edificação conta também com paredes feitas em bloco de concreto acabadas, contendo uma pintura em tons claros, tesouras metálicas para ser confeccionado o lanternim, cobertura em telha termoacústica, mais conhecida como telha sanduíche, além de utilizar a lona de enrolar em polietileno. Os brises-soleil e as árvores caducifólias foram utilizadas na fachada norte da edificação.



**Figura 12: Planta Baixa - Edificação com Técnicas da Arquitetura Bioclimática**  
**FONTE: ELABORADO PELA AUTORA, 2020.**

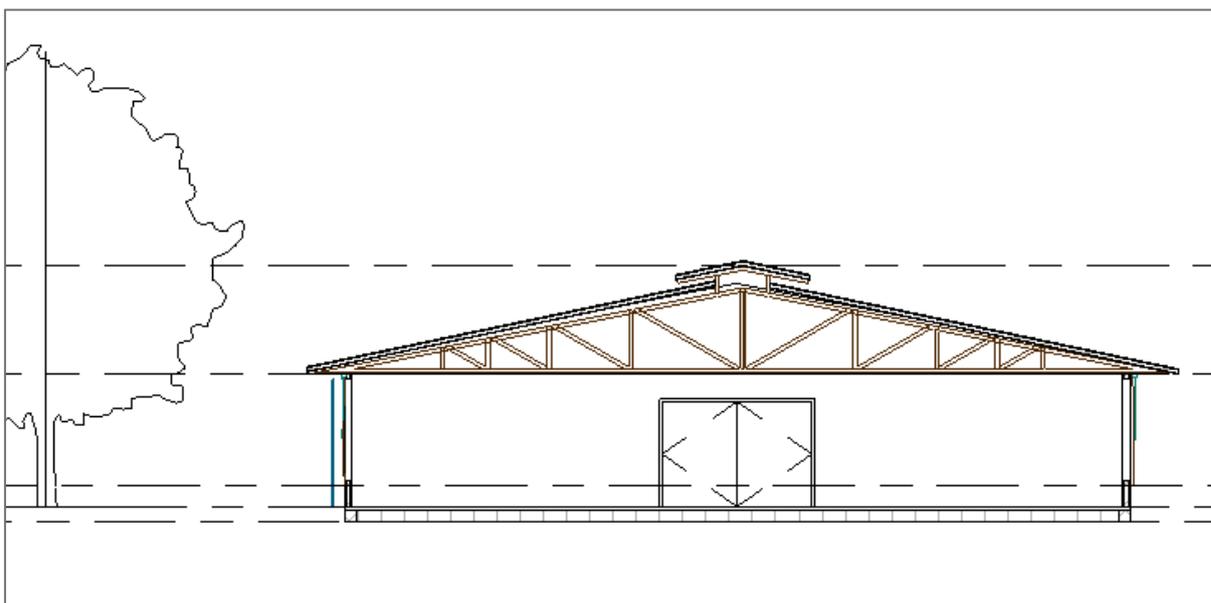
Uma das técnicas da arquitetura bioclimática mais importantes é a utilização do brise. O brise é aquele elemento arquitetônico que foi criado com a funcionalidade de controlar a entrada de calor para dentro das edificações, mas ele vem ganhando um papel bem importante também no controle da ventilação, utilizando ele juntamente com a ventilação cruzada se torna uma estratégia muito interessante para o controle de temperatura dentro dos empreendimentos.

Para esta proposta foram utilizado os brises horizontais (mais indicada para o hemisfério onde o modelo está sendo implantado), a aplicação deu-se somente na fachada norte (Figura 14), já que esta orientação é a que recebe maior incidência solar na edificação possuindo um maior número de aberturas, sendo que a fachada sul, o sol quase não bate por completo em nenhuma estação do ano, onde é importante a sua utilização sem barreiras, auxiliando assim no conforto dentro da edificação e permitindo uma ventilação adequada para dias quentes e uma insolação para os dias frios.



**Figura 13: Corte Perspectivado - Edificação com Técnicas da Arquitetura Bioclimática**  
**FONTE: ELABORADA PELA AUTORA, 2020.**

O mesmo acontece com a utilização da arborização caducifolia, ou mais conhecidas como “árvores caducas”. Uma estratégia bem interessante, uma vez que as mesmas apresentam uma robustez de folhas durante as estações quentes, que permite um maior sombreamento se utilizado juntamente com as edificações. Já nas estações mais frias, elas perdem as suas folhas, criando um aspecto de mortas, porém é só mais uma estratégia natural da planta, o que nos permite receber uma maior insolação na edificação das estações mais frias do ano.



**Figura 14: Corte "AA" - Edificação com Técnicas da Arquitetura Bioclimática**  
**FONTE: ELABORADO PELA AUTORA, 2020..**

As aberturas são as responsáveis pelo controle das trocas térmicas que ocorrem dentro das edificações (Figura 15), portanto a ventilação natural é o fator que regula o microclima, elas geram os chamados efeito chaminé que nada mais é do que a diferença de temperatura do ar externo com o interno, juntamente com as diferenças de temperatura do ar ambiente (MAZON; SILVA; SOUZA, 2006). Em outras palavras, este efeito age fazendo com que o ar quente suba para a parte mais alta da edificação e o ar quente desça para as partes mais inferiores da edificação.

Por meio de estratégias da arquitetura as variáveis de temperatura interna e velocidade do ar podem ser alteradas, utilizando apenas formas construtivas, entrando aí, os lanternins, que são muito utilizados em galpões industriais e edificações comerciais, pois fornecem uma boa iluminação com a possibilidade da troca de ar dentro das edificações (MAZON; SILVA; SOUZA, 2006).

Para este modelo proposto de estudo, foi utilizado da abertura zenital por todo o barracão, além de também a utilização da ventilação cruzada através das aberturas na edificação.

Outro fator muito interessante que foi utilizado para o modelo proposto é a utilização de pintura em telhado e paredes com cores claras. Sendo que o desempenho térmico de uma edificação pode ser influenciado pelo tipo de cor que é empregado em seus materiais de construção, uma vez que a cor é a responsável por absorver uma determinada quantia de radiação que se transforma em calor e é transferida posteriormente para o ambiente interno, sendo possível então uma minimização da radiação absorvida somente pela escolha da cor (FIGUEIREDO, 2007).

A última estratégia adotada foi a utilização das faces do telhado para a produção de energia solar, sendo um ponto muito interessante ao produtor, pois, além de produzir sua própria energia elétrica a edificação se torna um pouco mais sustentável.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados referentes às análises de eficiência energética das edificações propostas, aviário convencional e o aviário que foi criado com algumas técnicas da arquitetura bioclimática. Estes dados foram obtidos com o auxílio do software *Green Building Studio*. O período para a análise foi de um ano.

### 4.1 ANÁLISE DE VENTILAÇÃO E TEMPERATURA NAS EDIFICAÇÕES

Os dados de ventilação e temperatura apresentados são os mesmos para ambas as edificações, uma vez que o software analisou sob a mesma estação meteorológica. Diante disto foi obtida a mesma exposição para ambos os modelos de edificações.

#### 4.1.1 Elementos de Análises de Ventilação

A partir dos dados coletados da estação meteorológica com sua localização próxima a área de implantação virtual das edificações, foi possível que o software *Green Building Studio* desenvolvesse um gráfico no estilo de Rosa dos Ventos, que pode ser visualizado na Figura 15.

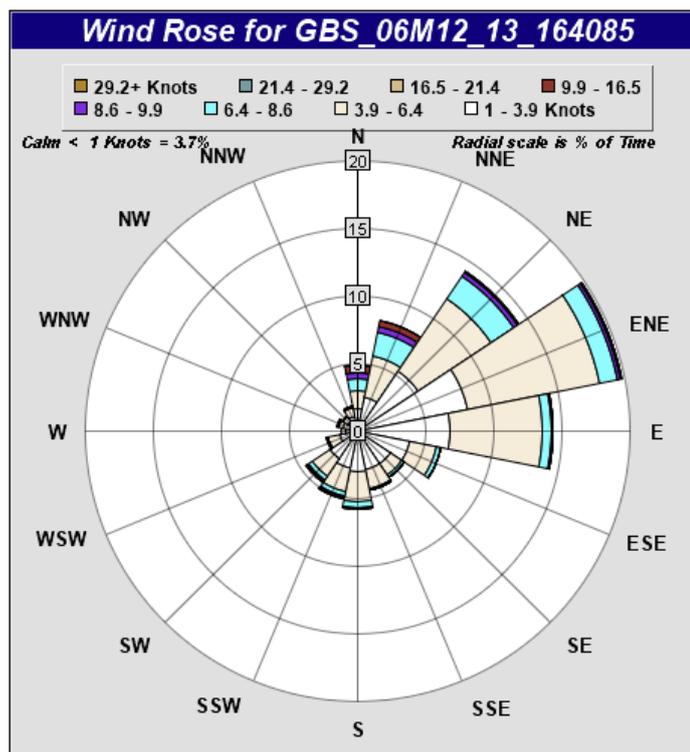


Figura 15: Rosa dos Ventos para Medianeira – PR Para os Dois Modelos de Aviários.

Esta análise verificou as direções e as suas velocidades predominantes no decorrer de um ano, para que assim seja possível analisar os fluxos com as edificações em estudo. A velocidade média do vento observada é de 3,9 km/h a 6,4 km/h, sendo de maior predominância na orientação lés-nordeste, mas sofrendo algumas alterações na sua direção durante o ano.

Uma edificação que tem a capacidade de se adaptar ao clima onde ela está sendo inserida, torna o ambiente interno mais confortável, além de proporcionar uma economia de energia elétrica para o seu funcionamento (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015). Sendo assim, uma boa análise térmica antes de iniciar a construção da edificação pode ser uma maneira de já se prever e solucionar possíveis gargalos, onde as trocas térmicas entre a edificação e o meio externo é de imprescindível importância de análise.

#### 4.1.2 Temperatura de Bulbo Seco e Bulbo Úmido

A temperatura de bulbo úmido é aquela temperatura que é medida em decorrência da secura que o ar oferece naquele momento. Ela é menor, pois o calor é retirado para ajudar a evaporar a água. Sendo assim, quanto mais seco o ar estiver, maior será o seu resfriamento (MARTINI, [entre 2000 e 2020]).

Os Gráficos 1 e 2, simultaneamente mostram a relação entre as temperaturas de bulbo úmido e bulbo seco, seguindo o tempo e as temperaturas que foram apresentadas no decorrer da análise.

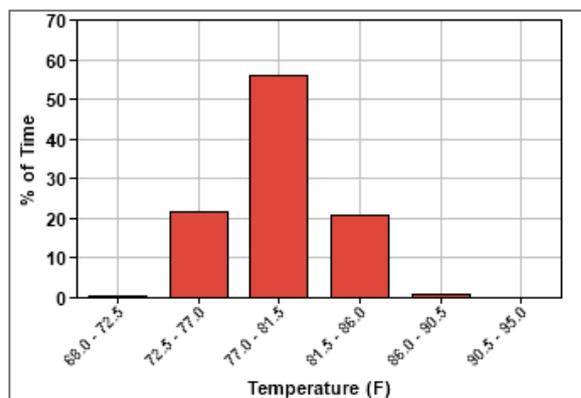


Gráfico 1: Temperatura de Bulbo Úmido

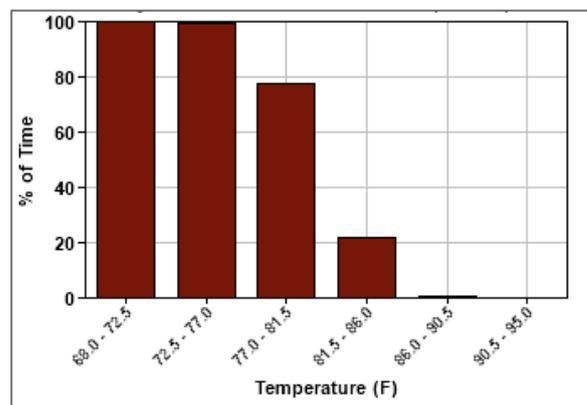


Gráfico 2: Temperatura de Bulbo Seco

Conforme os níveis apresentados, pode ser notado que a melhor representação do nível de faixa de umidade relativa do ar, é 27°C ou 80,6 °F.

Os melhores níveis de temperatura para as aves em abate se encontram entre a faixa de 18°C e 28°C. Sendo possível um desenvolvimento com maior qualidade para o desempenho de crescimento. Já para a umidade relativa do ar, as consideradas ideais são entre 40% e 70%. As aves que são submetidas a temperaturas maiores de 27°C, aumentam significativamente a emissão de calor corporal, e com isso o consumo de energia para manter-se confortável é bem maior, acarretando perda de produtividade (OLIVEIRA. et. al, 2006).

#### 4.1.3 Bulbo Seco de Aquecimento e Resfriamento

O Gráfico 3 mostra as médias mensais mínimas e máximas encontradas nas faixas de temperaturas de bulbo de aquecimento e bulbo de refrigeração. Para esta análise, os níveis mais elevados encontram-se na estação do verão, sendo portanto os meses mais quentes do ano e os níveis mais baixos encontram-se nos meses de inverno, que seriam os meses mais frio do ano. Porém, pode ser observada uma discrepância no mês oito, onde provavelmente se tornou um mês mais quente do que o comumente esperado para a estação a que ele pertence.

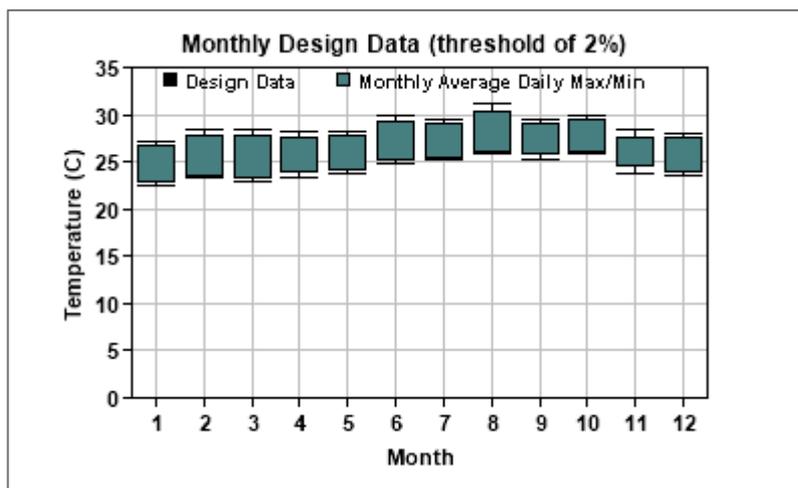


Gráfico 3: Dados Mensais de Bulbo Seco na Estação Meteorológica Analisada.

A indústria avícola passou a buscar por soluções onde as instalações possam oferecer ambiência aos animais, sendo capaz de obter um possível aumento de produtividade. Antigamente, os testes eram realizados em condições de laboratórios, contando com uma termo-neutralidade que não é possível de se obter nas edificações avícolas. Os fatores ambientais térmicos, principalmente a temperatura e a umidade relativa do ar são consideradas como sendo muito importantes para manter o conforto térmico, pois são estes que afetam as aves de maneira direta. Por este motivo, é muito importante os estudos em volta da ambiência trazendo um melhor conforto para as aves em confinamento (OLIVEIRA. et. al, 2006).

#### 4.1.4 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar (UR%), representa a quantidade de água que está presente no ar com relação direta a saturação do mesmo, ou seja revela a capacidade em porcentagem de água que o ar está contendo no momento (PENA, [entre 1990 e 2020]). A seguir, no Gráfico 4, pode ser observado a média da umidade relativa do ar anual, na localização escolhida para a implantação da edificação. Como pode ser observado ela está na casa dos 43%.

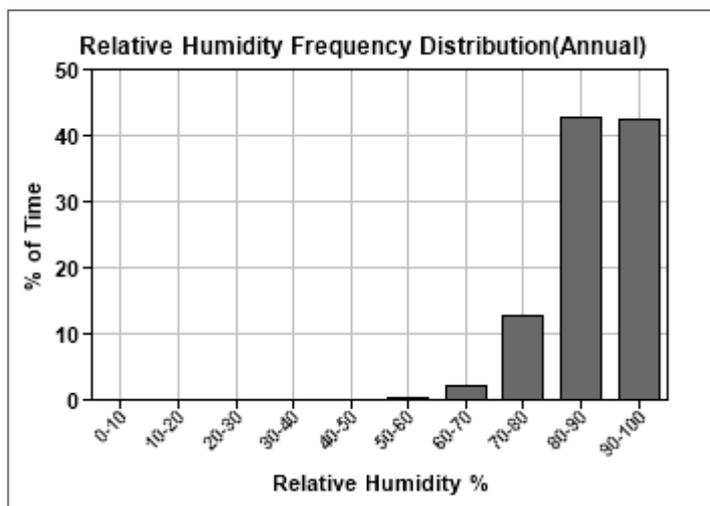


Gráfico 4: Umidade Relativa do Ar, na Estação Meteorológica Próximo a Implantação das Edificações.

A umidade relativa do ar juntamente com a temperatura, são as principais responsáveis pelas trocas térmicas das aves, elas causam o conhecido estresse térmico que afeta o crescimento e o desenvolvimento das aves. Nas temperaturas acima de 21°C, as aves sofrem perdas térmicas para tentar manter a sua temperatura ideal, comprometendo assim a manutenção da homotermia. (QUEIROZ. et. al. 2017).

A resistência da ave suporta altas temperaturas, e quanto maior for a umidade relativa do ar, maior será a dificuldade da mesma conseguir dissipar o calor do seu corpo para o meio exterior, acarretando em perdas de produtividade pois o animal precisa modificar seu comportamento para tentar chegar ao seu conforto (OLIVEIRA. et. al, 2006).

#### 4.2 Análise do Consumo de energia e Conforto Térmico Para os Aviários de Frango de Corte Analisados.

A seguir, serão demonstrados e explanados os dados gerados por meio da simulação computacional utilizando dos softwares *Revit* e *Green Building Studio* sob os dois modelos de aviários, o primeiro sendo o convencional ou lonas amarelas, comumente encontrado comercialmente na região escolhida para a implantação dos mesmos, e o segundo sendo o modelo criado a partir das técnicas construtivas da arquitetura bioclimática.

##### 4.2.1 Utilização e Custo Anual de Energia nos Aviários Analisados

Para a obtenção dos resultados descritos no Gráfico 5, foram especificados dentro do software *Revit* os materiais utilizados em cada elemento construtivo, bem como a sua condutividade na hora da criação de ambos os modelos computacionais. Para a análise, não foi utilizado nenhum equipamento elétrico que são utilizados para o funcionamento da edificação, uma vez que o modelo convencional utiliza de poucos equipamentos e por se querer obter as análises apenas por meio dos materiais e formas construtivas empregadas. A quantidade de aves foi a mesma para ambos os modelos, havendo então alterações somente nos elementos arquitetônicos e construtivos que foram empregados.

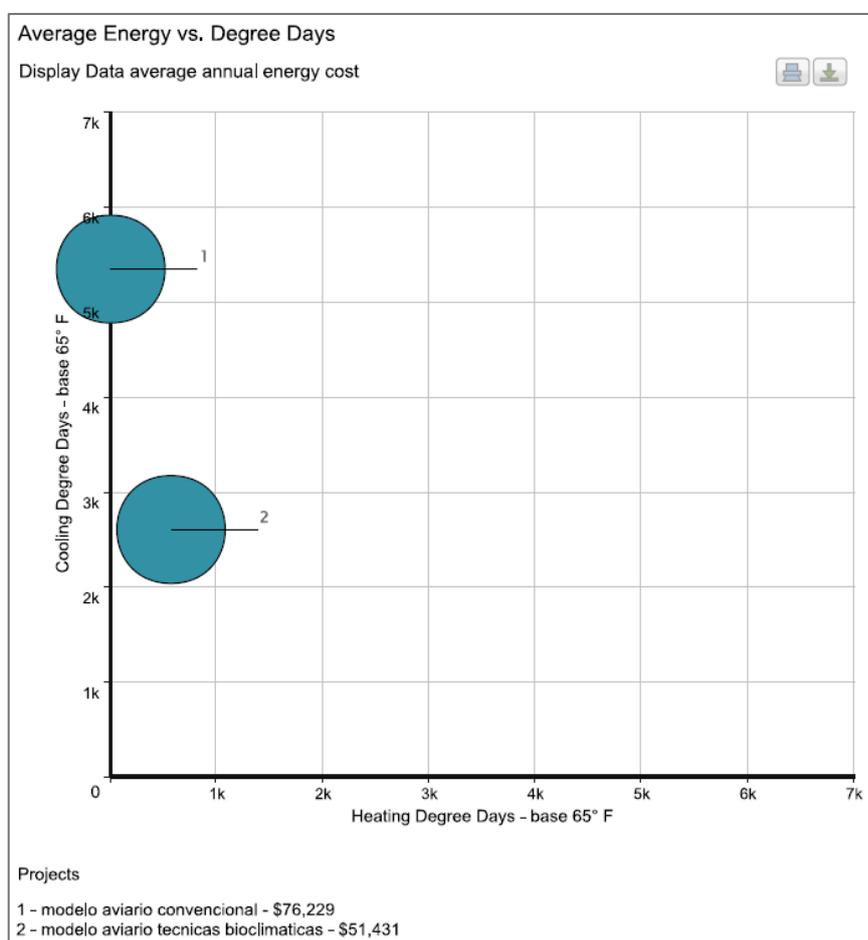


Gráfico 5: Utilização de Energia nos Dois Modelos Comparados.

Conforme pode ser visualizado no Gráfico 5, o aviário convencional consumiu em média 540.000 kwh, e o modelo proposto veio a consumir em média 260.000 kwh. Sendo assim, o sistema que foi proposto para o estudo utilizando das técnicas construtivas da arquitetura bioclimática consumiu menos energia no decorrer

da simulação, portanto, o modelo com técnicas bioclimáticas se mostrou 51,85% mais eficiente que o modelo convencional.

#### 4.2.2 Utilização de Energia Elétrica nos Aviários

No gráfico 6, são analisados os gastos com a energia nos aviários em questão, onde foram explorados os gastos com o aquecimento, resfriamento e ventilação dos mesmos.

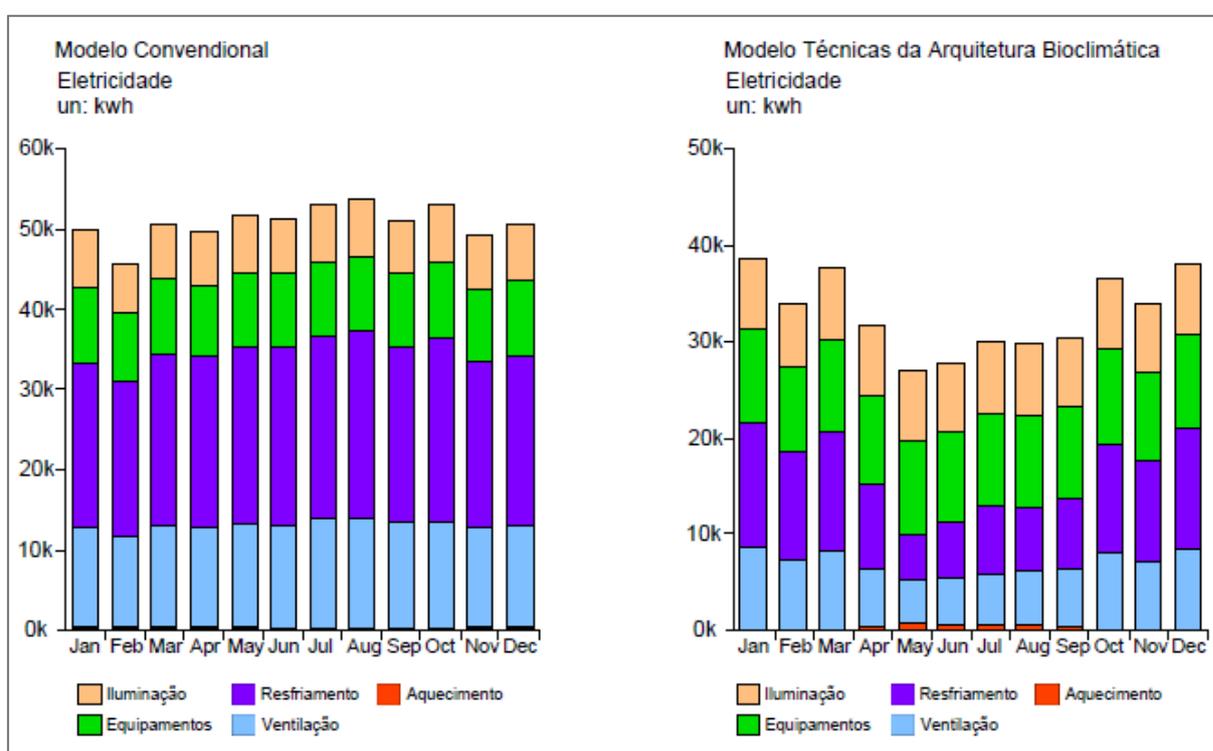


Gráfico 6: Utilização de Energia Elétrica nos Modelos de Aviários Comparados.

Conforme pode ser visualizado no Gráfico 6, a iluminação se encontra de uma forma “padronizada” para todos os meses, isto pode ser notado em ambas as edificações, porém, a utilização de energia para a iluminação se encontra bem menor no aviário criado, utilizando as técnicas da arquitetura bioclimática. Isso pode ser explicado pelo motivo de que foi utilizado na confecção do modelo a pintura de seus materiais construtivos com cores claras, que dão uma reflexão muito maior da luz dentro do ambiente, tendo como resultado uma menor utilização da luz artificial dentro do empreendimento.

O gasto com a utilização de equipamentos se torna invariável ao longo dos

meses para ambas as edificações, porém, para esta pesquisa ele se torna irrelevante, uma vez que não será utilizado este quesito como parâmetro de análise.

Os maiores gastos de energia visualizados na comparação entre o modelo de aviário convencional e o modelo que foi criado a partir das técnicas da arquitetura bioclimática, ficam com o resfriamento e a ventilação, isto para ambas as edificações. Porém, no edifício convencional, este gasto se torna muito maior, isto se deve ao fato da melhor utilização dos materiais e do potencial construtivo que a arquitetura bioclimática oferece, onde na edificação bioclimática, os gastos com estes quesitos diminuem consideravelmente nos meses em decorrência do inverno, uma vez que as temperaturas se encontram mais baixas e o edifício consegue se manter em um maior conforto, utilizando menos a ventilação e o resfriamento ambiental.

Já na parte de aquecimento, a edificação bioclimática sugere uma utilização nos meses da estação do inverno, enquanto o convencional sugere uma utilização dos meses de novembro a maio.

Outro ponto que pode ser abordado, é a eficácia que as técnicas da arquitetura bioclimática trouxeram para o produtor e para a natureza. Com a utilização destas técnicas simples, conseguiu-se obter uma economia na utilização de energia e uma minimização da degradação ambiental, uma vez que esta arquitetura respeita e se integra com uma maior facilidade com o meio em que está inserida e com a obtenção da eficiência energética.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo teve por objetivo realizar a comparação entre dois modelos arquitetônicos de aviários de frango de corte. O primeiro modelo, modelo convencional, é muito utilizado na região Oeste do estado do Paraná. Neste, procurou-se por manter todas as formas construtivas que são empregadas. Foi desenvolvido um modelo para estudo, utilizando das técnicas da arquitetura bioclimática, adotando a ventilação cruzada com efeito chaminé, utilização de bloqueadores solares, pintura em tons claros e vegetação caducifolia.

O sistema de brises, demonstrou uma eficiência no bloqueio da radiação solar que entra na edificação, diminuindo conseqüentemente a quantidade de calor no seu interior. Tendo que o modelo proposto desenvolveu uma menor utilização da energia para a iluminação, grande parte dessa baixa, foi devida a utilização de pintura em tons claros nos materiais em que são utilizados para a construção da mesma, uma vez que esta ajuda a difundir com maior facilidade a iluminação que vem do exterior.

Para o estudo da ventilação, pode ser notado que o modelo proposto foi mais eficiente do que o modelo convencional, isso vem em decorrência da utilização do efeito chaminé, sendo possível com ele a realização de um melhor sistema de baixa pressão e facilitando assim as trocas de ar dentro da edificação, minimizando de forma significativa, a condução térmica por meio da cobertura onde vem sendo o principal meio de aquecimento deste tipo de empreendimento.

Por meio da simulação computacional foi possível realizar as análises das edificações antes mesmo de elas serem construídas, facilitando e dando a oportunidade de simular construções com materiais e formas construtivas diversas, tendo uma maior facilidade para estudo de economia de energia. Com este projeto, foi possível ser analisado também os materiais e as formas construtivas, onde foi optado pelo uso da confecção da edificação bioclimática, que serviu como modelo de comparação, sendo que a mesma mostrou-se uma boa solução para a economia da energia nestas edificações.

Como dificuldades, foi encontrado o fato de que o modelo educacional utilizado pela autora para a confecção dos modelos e análises, não fornece todas os gráficos e tabelas que o software pago oferece, e estando em um valor pouco acessível para a sua aquisição.

Mas por fim, pode ser constatado que, a utilização dos materiais e das

técnicas da arquitetura bioclimática é considerado como sendo uma maneira mais eficiente de construção, tendo as mesmas funcionalidades das edificações convencionais, porém mantendo e trazendo um maior conforto térmico dentro das edificações, conseguindo uma consequente economia na energia gasta para as mesmas. Sendo assim, o modelo desenvolvido para o estudo se mostrou cerca de 51,85% mais eficiente do que o modelo convencional ou de lonas amarelas, afirmando que as construções bioclimáticas podem ser o futuro das edificações.

Como sugestão de futuros trabalhos, pode ser descrito a ideia de uma análise comparativa com o modelo de aviário *Dark House* e também um projeto baseado nos gastos, contendo planilhas orçamentárias, onde seria possível de visualizar o que seria gasto para a construção deste modelo de aviário criado com as técnicas da arquitetura bioclimática.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Paulo Giovanni de. **ÁRVORE DO CONHECIMENTO Frango de Corte**. [entre 2000 e 2020]. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango\\_de\\_corte/arvore/CONT000fc67gzc602wx5eo0a2ndxy1t2pf1c.html#:~:text=O%20avi%C3%A1rio%20deve%20ser%20situado,a%20dire%C3%A7%C3%A3o%20do%20vento%20dominante..](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fc67gzc602wx5eo0a2ndxy1t2pf1c.html#:~:text=O%20avi%C3%A1rio%20deve%20ser%20situado,a%20dire%C3%A7%C3%A3o%20do%20vento%20dominante..) Acesso em: 23 jun. 2020.

ABREU, Raphael Lorenzeto de. **Localização de Medianeira no Paraná**. 2006. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Medianeira\\_\(Paran%C3%A1\)#/media/Ficheiro:Parana\\_Municip\\_Medianeira.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Medianeira_(Paran%C3%A1)#/media/Ficheiro:Parana_Municip_Medianeira.svg). Acesso em: 02 dez. 2019.

ADDOR, Miriam Roux Azevedo; SANTOS, Eduardo Toledo. Salas de coordenação de projetos em BIM: proposta de um método de avaliação. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 17, n. 4, p.403-423, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000400204>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212017000400403&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000400403&lang=pt). Acesso em: 29 out. 2019.

AMARILLA, Rosemara Santos Deniz; IAROSINSKI NETO, Alfredo. Análise comparativa dos principais processos de negócio de empresas do subsetor de edificações da construção civil. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 25, n. 2, p.269-283, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x2406-16>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2018000200269&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2018000200269&lang=pt). Acesso em: 11 nov. 2019.

ANDREAZZI, Márcia Aparecida et al. DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM AVIÁRIO CONVENCIONAL E DARK-HOUSE. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, p.1-6, 11 jun. 2018. Semestral. ISSN: 1517-0276. Disponível em: [http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4912/pdf\\_802](http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4912/pdf_802). Acesso em: 24 mar. 2020.

BRASIL. CAU BR. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. **Governo estabelece metas e prazos para implementação do BIM**. 2018. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/governo-estabelece-metas-e-prazos-para-implementacao-do-bim/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

BRASIL. EMBRAPA. **Estatísticas | Mundo | Frangos de corte**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo>. Acesso em: 11 nov. 2019.

CAÑAS, Ignacio; MARTÍN, Silvia. Recovery of Spanish vernacular construction as a model of bioclimatic architecture. **Building And Environment**, [s.l.], v. 39, n. 12, p.1477-1495, dez. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.04.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132304001295>. Acesso

em: 18 jul. 2019.

CERVI, R. G. **Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia: Estudo de Caso em Unidade biointegrada. Botucatu/SP.** 2009. 57 f. (Mestrado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu. 2009.

COBB-VANTRESS (org.). **Manual de Manejo de Frangos de Corte.** [2012]. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

CONVERTINO, Fabiana et al. The color in the vernacular bioclimatic architecture in Mediterranean region. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 126, p.211-218, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2017.08.142>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217336287>. Acesso em: 18 jul. 2019.

CORDEIRO, Marcelo Bastos et al. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.217-224, jan. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982010000100029>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n1/29.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

COSTA, L. S.; GARCIA, L. A.F.; PAULO, 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. **Singep**, 2015. Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/209.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

CURI, Thayla M. R. de C.; VERCELLINO, Rimena do A.; MASSARI, Juliana M.; SOUZA, Zigomar M.; MOURA, Daniella J. de. Geoestatística para a avaliação do controle ambiental do sistema de ventilação em instalações comerciais para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 1062-1074, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162014000600004>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212012000300007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212012000300007&script=sci_arttext). Acesso em: 26 jul. 2020.

DIESEL, Geovana. **Paraná é líder no Brasil em produção de carne de frango.** [2019]. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/crea-pr/engenharias-geociencias-e-voce/noticia/2019/10/03/parana-e-lider-no-brasil-em-producao-de-carne-de-frango.ghtml>. Acesso em: 11 mar. 2020.

EMBRAPA. Estatísticas – Brasil – Frango de Corte. **Embrapa**, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008. 506 p. ISBN: 978-0-470-18528-5.

FERNANDES, T. Conforto Térmico em Aviários de Frango de Corte Em Diferentes Tipologias Construtivas. **Repositório Institucional**, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/2941/1/3db019faf788893872a3bb806391799e.pdf>>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

FERREIRA, Dilson Batista. **Por uma Arquitetura Bioclimática Brasileira**. [entre 1999 e 2019]. Revista Eletrônica AECweb. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/a/por-uma-arquitetura-bioclimatica-brasileira\\_10869](https://www.aecweb.com.br/cont/a/por-uma-arquitetura-bioclimatica-brasileira_10869). Acesso em: 12 nov. 2019.

FIGUEIREDO, Edna Silva. **MEDIDAS DE REFLETÂNCIA DE CORES DE TINTAS PARA PINTURA EXTERNA EXPOSTA AO TEMPO**. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Engenharia Civil, Unicamp, Campinas, 2007. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/321980/1/Figueiredo\\_EdnaSilva\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/321980/1/Figueiredo_EdnaSilva_M.pdf). Acesso em: 23 jun. 2020.

FRANCO, José Tomás. "Brisas: detalhes construtivos e aplicação prática" [Detalles de celosías y su aplicación en 6 edificios en España] 28 Ago 2018. **ArchDaily Brasil**. (Trad. Souza, Eduardo) Acessado 28 Fev 2020. <https://www.archdaily.com.br/br/900929/brises-detalhes-construtivos-e-aplicacao-pratica> ISSN 0719-8906

FREITAS Henrique Jorge de; COTTA, Judas Tadeu de Barros; OLIVEIRA, Antonio Ilson Gomes de; GEWHER, Clóvis Eliseu. **AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE POEDEIRAS LEVES**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 2, p. 424-428, mar./abr., 2005).

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2006. ISBN: 85-85445-39-4.

FURTADO, Dermeval A. et al. Efeitos de diferentes sistemas de condicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 10, n. 2, p.484-489, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662006000200033>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662006000200033](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000200033). Acesso em: 29 out. 2019.

KRUGER, Eduardo Leite; MORI, Fabiano. Análise da eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, 2012. ISSN: 1678-8621. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212012000300007&lang=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212012000300007&lang=pt). Acesso em: 19 de jun. 2020

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p.51-81, 2006. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3720/2071>. Acesso em: 16

jun. 2019.

GONÇALVES, Rosana Bacicheti. ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO EM SALAS DE AULA:: um estudo sobre a utilização de brise e o cruzamento de ventilação em aberturas. **Simpgeu**: III Simpósio de Pós Graduação em Engenharia Urbana, Não Identificado, v. 3, n. 3, p.1-11, 8 nov. 2012. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/0249/2018c899862de107e2d1ab335869c8813152.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2020.

GONGRUTTANANUN, N .; GUNTAPA P. Efeitos de iluminação de luz vermelha sobre a produtividade, fertilidade, eclodibilidade e eficiência energética de galinhas indígenas thai. **Kasetsart Journal: Ciência Natural**, Bangkok, V.46, n.1, p.51-63, 2012.

GUERRA, Maria Eliza Alves; LOPES, Anaísa Filmiano Andrade. Arquitetura verde: contribuições a partir da exemplificação de tipologias vinculadas à sustentabilidade urbana. **Cidades Verdes**, Uberlândia, v. 03, n. 05, p.1-17, 2015. Disponível em: [http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades\\_verdes/article/view/951/974](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades_verdes/article/view/951/974). Acesso em: 17 jul. 2019.

GUIDI, Cláudia Rocha et al. Influência dos parâmetros urbanísticos e da topografia na admissão da luz natural em edifícios residenciais. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.49-66, set. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000300267>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212018000300049&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000300049&lang=pt). Acesso em: 18 fev. 2020.

IANNETTI, Luigi et al. Animal welfare and microbiological safety of poultry meat: Impact of different at-farm animal welfare levels on at-slaughterhouse *Campylobacter* and *Salmonella* contamination. **Food Control**, [s.l.], v. 109, p.1-7, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106921>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713519305109>. Acesso em: 29 out. 2019.

LAZIA, Beatriz. **Principais sistemas de criação de frango e galinha caipiras**. 2012. Disponível em: <https://www.portalagropecuaria.com.br/avicultura/principais-sistemas-de-criacao-de-frango-e-galinha-caipiras/>. Acesso em: 24 mar. 2020.

MANZANO-AGUGLIARO, Francisco et al. Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 49, p.736-755, set. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.095>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115003652>. Acesso em: 18 jul. 2019.

MARTINI, Celso. **Termômetros de Bulbo Seco e Bulbo Úmido: o que é isso?**, [entre 2000 e 2020]. Disponível em: <https://www.marrari.com.br/madeira/madeira-termometros-de-bulbo-seco-e-bulbo-umido-o-que-e-isso/>. Acesso em: 30 jun. 2020.

MAZON, Ana Amélia Oliveira; SILVA, Rodolfo Gonçalves Oliveira da; SOUZA, Henor

Artur de. Ventilação natural em galpões: o uso de lanternins nas coberturas. **Rem: Revista Escola de Minas**, [s.l.], v. 59, n. 2, p. 179-184, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0370-44672006000200007>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672006000200007&lang=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672006000200007&lang=pt). Acesso em: 26 jun. 2020.

MELLO, M. F. et al. A Importância de Estratégias Bioclimáticas Aplicadas no Projeto Arquitetônico. **Universidade Federal de Santa Maria**, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/24746/pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. Breve histórico de implantação da plataforma BIM - DOI: 10.5752/P.2316-1752.2011v18n22p152. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, [s.l.], v. 18, n. 22, p.153-171, 16 maio 2012. Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2316-1752.2011v18n22p152>. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/P.2316-1752.2011v18n22p152>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MONTEIRO, Andreia Cristina de Oliveira - **A Arquitetura Bioclimática Experiência e aplicação em Portugal**. Lisboa, 2011.

MOURA, Daniella Jorge de et al. Strategies and facilities in order to improve animal welfare. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 39, p.311-316, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982010001300034>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39sspe/34.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

MUNIZ-GÄAL, Lúgia Parreira; PEZZUTO, Cláudia Cotrim; CARVALHO, Marcius Fabius Henriques de; MOTA, Lia Toledo Moreira. Eficiência térmica de materiais de cobertura. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.503-518, mar. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000100235>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212018000100503&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000100503&lang=pt). Acesso em: 03 mar. 2020.

NAZARENO, Aérica C et al. Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. **Engenharia Agrícola**, [s.l.], v. 31, n. 1, p.13-22, fev. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162011000100002>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162011000100002&lang=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162011000100002&lang=en). Acesso em: 29 out. 2019.

NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida et al. Quando a janela define a condição de desempenho térmico em ambientes ventilados naturalmente: caso específico das edificações multifamiliares em Vitória, ES. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 15, n. 2, p.7-23, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000200011>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212015000200007&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212015000200007&lang=pt). Acesso em: 04 nov. 2019.

OLIVEIRA, Lacyane Krysna dos Santos et al. Simulação computacional da eficiência energética para uma arquitetura sustentável. **Holos**, [s.l.], v. 4, p.217-230, 9 set. 2016.

Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2016.3981>. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3981/1526>. Acesso em: 17 jul. 2019.

OLIVEIRA, Rita Flávia Miranda de. et. al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 797-803, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982006000300023>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000300023&script=sci\\_arttext#:~:text=De%20acordo%20com%20Campos%20\(1995,26%C2%BAC%20e%2018%20e%2028%C2%BAC..](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000300023&script=sci_arttext#:~:text=De%20acordo%20com%20Campos%20(1995,26%C2%BAC%20e%2018%20e%2028%C2%BAC..) Acesso em: 04 ago. 2020.

PATRÍCIA DE SOUZA (Brasil). Embrapa. Avicultura e Clima Quente: Como administrar o bem-estar às aves?. **Avicultura Industrial**, S.l, v. 96, n. 1136, p.1-6, jul. 2005. Disponível em: [http://www.refresque.com.br/Downloads/Avicultura-Clima-Quente\\_Artigo.pdf](http://www.refresque.com.br/Downloads/Avicultura-Clima-Quente_Artigo.pdf). Acesso em: 29 out. 2019.

PAULINO, Maria Tereza Frageri. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: Revisão. **Pubvet: Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v. 13, n. 2, p.1-14, 11 fev. 2019. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/dc41b1f495a9da0fe3d8515545217502.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PEÑA, Carolina Cannella et al. Comparação entre necessidade e disponibilidade de vento e radiação solar para fins de análise bioclimática de edificações em Florianópolis. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p.87-101, 2008. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5379/4720>. Acesso em: 18 jul. 2019.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Umidade atmosférica e umidade relativa do ar"; [entre 1990 e 2020]. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/umidade-atmosferica-umidade-relativa-ar.htm>. Acesso em 04 de agosto de 2020.

QUADROS, Bianca Milani de; MIZGIER, Martins Ordenes. O Impacto de brises na ventilação natural: avaliação integrada em uma enfermaria em Florianópolis (SC). **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, [s.l.], n. 19, p.1-11, 31 dez. 2017. Programa de Pos-Graduacao em Arquitetura e Urbanismo - Univ. de Brasilia. <http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n19.2017.07>.

QUEIROZ, Marília Lessa de Vasconcelos. Variabilidade espacial do ambiente em galpões de frango de corte com sistema de nebulização. **Ciência Agrônômica**. [s.l.], v.48, n 4, 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902017000400586&lang=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902017000400586&lang=pt). Acesso em: 04 de agosto de 2020.

RIBEIRO, Priscilla A. P. et al. Technical-economic analysis of different lighting systems

for broiler poultry. **Engenharia Agrícola**, [s.l.], v. 36, n. 2, p.242-252, abr. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v36n2p242-252/2016>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162016000200242&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162016000200242&lang=pt). Acesso em: 18 fev. 2020.

ROCHA, Ana Paula de Almeida; MENDES, Nathan; OLIVEIRA, Ricardo C. L. F.. Domus method for predicting sunlit areas on interior surfaces. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.83-95, set. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000300269>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212018000300083&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000300083&lang=pt). Acesso em: 03 mar. 2020.

SAKAMOTO, Karina Suemi. **Avicultura de Corte: avaliação do sistema de produção convencional nas perdas produtivas e na qualidade do produto final**. 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-21032018-124238/publico/Karina\\_Suemi\\_Sakamoto\\_versao\\_revisada.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-21032018-124238/publico/Karina_Suemi_Sakamoto_versao_revisada.pdf). Acesso em: 24 mar. 2020.

SALKINI, Hadya et al. Towards Adaptive Residential Buildings Traditional and Contemporary Scenarios in Bioclimatic Design (the Case of Aleppo). **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 180, p.1083-1092, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.268>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817317757>>. Acesso em: 18 jul. 2019.

SMANIOTTO, Crisan et al. **SISTEMA DE CRIAÇÃO EM AVIÁRIOS DARK HOUSE**. [2018]. Disponível em: [https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai\\_dados/artigos/cibea2018/870.pdf](https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/cibea2018/870.pdf). Acesso em: 24 mar. 2020.

SANTOS, Pedro A. dos et al. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. **Engenharia Agrícola**, [s.l.], v. 25, n. 3, p.575-584, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162005000300002>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162005000300002&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162005000300002&lang=pt). Acesso em: 26 fev. 2020.

SARAZ, Jairo A. O. et al. A CFD approach to assess the effects of different opening combinations in poultry houses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 21, n. 12, p.852-857, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n12p852-857>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662017001200852&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662017001200852&lang=pt). Acesso em: 26 fev. 2020.

SCHMIDT, Nádia Solange; SILVA, Christian Luiz da. Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 56, n. 3, p.467-482, set. 2018. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560307>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032018000300467&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032018000300467&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SEVEGNANI, K.b.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.j.o. da. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p.1-7, abr. 1994. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90161994000100001>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161994000100001&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161994000100001&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 29 out. 2019.

SILVA, Joene Saibrosa da; Estratégias para luz natural: sistemas convencionais e brise-soleil como elemento de controle. **PARANOÁ - Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, 2007. disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10506/9252>. Acessado em 18 de fevereiro de 2020.

SOUZA, Henor Artur de; RODRIGUES, Luciano Souza. Ventilação natural como estratégia para o conforto térmico em edificações. **Rem: Revista Escola de Minas**, [s.l.], v. 65, n. 2, p.189-194, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0370-44672012000200007>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672012000200007&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672012000200007&lang=pt). Acesso em: 04 nov. 2019.

SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de; SOARES, Carla Patrícia Santos; ALVES, Tatiana Paula. Avaliação de dispositivos de sombreamento no RTQ-R do ponto de vista térmico e luminoso. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 4, p.139-159, out. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400298>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212018000400139&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000400139&lang=pt). Acesso em: 03 mar. 2020.

SOUSA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULA, M. O.; SILVA, A. L.; SOUZA, C. F.; BATISTA, F. J. F.; BARBARI, M.. MEDIDAS PARA MINIMIZAR A EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: revisão / actions to minimize ammonia emission in broiler production. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 51, 21 mar. 2016. Universidade Estadual Paulista - Campus de Tupa. <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2016v10n1p51-61>. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/349>. Acesso em: 17 ago. 2020.

TOLEDO, Alexandre, Márcio. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA VENTILAÇÃO NATURAL PELA AÇÃO DO VENTO EM APARTAMENTOS: UMA APLICAÇÃO EM MACEIÓ/AL**. Universidade Federal de Santa Catarina, maio de 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, **Zoneamento Bioclimático do Brasil** - **UFSCar**. 2020. Disponível em:

<http://labeee.ufsc.br/downloads/software/zbbr>. Acesso em: 23 jun. 2020.

VITORASSO, Guilherme; PEREIRA, Danilo F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 13, n. 6, p.788-794, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662009000600018>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a18.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

WECHSLER, Beat; LEA, Stephen E.g.. Adaptation by learning: Its significance for farm animal husbandry. **Applied Animal Behaviour Science**, [s.l.], v. 108, n. 3-4, p.197-214, dez. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016815910700086X>. Acesso em: 29 out. 2019.

ZHANG, Xi; LIAN, Zhiwei. The Bioclimatic Design Approach to Plateau Region Buildings: Case of the Lhasa. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 121, p.2044-2051, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.09.205>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815030337>. Acesso em: 18 jul. 2019.