

MOACIR JOSÉ DALMINA JUNIOR

**COMPARAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS PARA
OTIMIZAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO
AMBIENTAL EM AVIÁRIOS DE FRANGOS DE CORTE PARA O
OESTE DO PARANÁ.**

**CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2018**

MOACIR JOSÉ DALMINA JUNIOR

**COMPARAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS PARA
OTIMIZAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO
AMBIENTAL EM AVIÁRIOS DE FRANGOS DE CORTE PARA O
OESTE DO PARANÁ.**

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

Orientador: Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira.

Co-orientador: Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza.

**CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2018**

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

Dalmina Junior, Moacir José Dalmina Junior
Comparação de projetos arquitetônicos para
otimização de eficiência energética e conforto
ambiental em aviários de frangos de corte para o
oeste do Paraná. / Moacir José Dalmina Junior
Dalmina Junior; orientador(a), Jair Antonio Cruz
Siqueira Siqueira; coorientador(a), Carlos Eduardo
Camargo Nogueira Nogueira, 2018.
69 f.

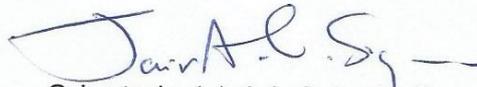
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do
Oeste do Paraná, , Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Energia na Agricultura, 2018.

1. eficiência energética. 2. conforto térmico.
3. aviário de corte. I. Siqueira, Jair Antonio Cruz
Siqueira . II. Nogueira, Carlos Eduardo Camargo
Nogueira. III. Título.

MOACIR JOSÉ DALMINA JUNIOR

**“COMPARAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS PARA
OTIMIZAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO
AMBIENTAL EM AVIÁRIOS DE FRANGOS DE CORTE PARA O
OESTE DO PARANÁ”**

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



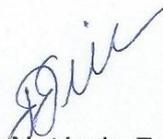
Orientador(a) Jair Antonio Cruz Siqueira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Hitomi Mukai

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Fúlvio Natércio Feiber

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Toledo (UTFPR)

Cascavel, 09 de março de 2018

Dedico este trabalho a minha família, por me apoiar nos meus sonhos e compartilhar minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que com fé vem me guiando e direcionando no melhor caminho e nas escolhas que venho tomando durante a vida.

A minha mãe que sempre está ao meu lado em todos os momentos, ao meu pai que não está mais entre nós mais foi o maior incentivador dos meus estudos, e com certeza é o meu maior exemplo de vida.

A minha esposa e companheira que sempre está ao meu lado me incentivando e dando apoio.

Aos meus irmãos e amigos que são fundamentais nessa minha caminhada.

Ao meu amigo e colega de trabalho Pedro Pereira da Silva Junior, que me auxiliou na elaboração dos desenhos.

Ao meu orientador prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira, pelo apoio e ensinamentos durante as orientações, pessoa iluminada um exemplo de ser humano que vou levar para o resto da minha vida.

Aos meus coorientadores prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira e Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza, bem como todos os professores do mestrado que de alguma forma contribuirão para o desenvolvimento deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

A todos os mestres que tive em minha vida, que de alguma forma contribuirão com meu desenvolvimento profissional e pessoal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: tópicos e temas da revisão da literatura.	4
Figura 2: Quadro metodológico.	13
Figura 3: Mapa de Cascavel.	14
Figura 4: Carta solar de Cascavel.	17
Figura 5: Velocidade e direção dos ventos na estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.	18
Figura 6: Sistema convencional aberto (planta baixa)	20
Figura 7: Sistema convencional aberto (corte)	20
Figura 8: Sistema convencional aberto (corte perspectivado)	20
Figura 9: detalhe sistema de brises.	22
Figura 10: Efeito Chaminé.	22
Figura 11: Projeto proposto. (planta baixa)	24
Figura 12: Projeto proposto. (corte)	24
Figura 13: Projeto proposto. (corte perspectivado)	24
Figura 14: Sistema <i>Dark House</i> . (planta baixa)	25
Figura 15: Sistema <i>Dark House</i> . (corte)	25
Figura 16: Sistema <i>Dark House</i> . (corte perspectivado)	26
Figura 17: Detalhe sistema pad coolings, utilizado no aviário <i>dark house</i>	27
Figura 18: Detalhe sistema pad coolings, em um aviário <i>dark house</i>	27
Figura 19: Sistema ventilação túnel de vento. (aviário <i>dark house</i>)	28
Figura 20: Frequência anual dos ventos da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados	30

LISTA DE TABELAS

Gráfico 1: Faixa anual de temperatura (tempo), da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.	31
Gráfico 2: Dados mensais de bulbo seco, da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.	32
Gráfico 3: Dados anuais de umidade, da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.	33
Gráfico 4: Utilização anual de energia, nos três modelos de aviários comparados.	34
Gráfico 5: Utilização de energia elétrica, nos três modelos de aviários comparados.	35
Gráfico 6: Carga mensal de aquecimento, aviário convencional aberto.	36
Gráfico 7: Carga mensal de aquecimento, aviário projeto proposto.	37
Gráfico 8: Carga mensal de aquecimento, aviário dark house.	37
Gráfico 9: Carga mensal de resfriamento, aviário convencional aberto.	38
Gráfico 10: Carga mensal de resfriamento, aviário projeto proposto.	39
Gráfico 11: Carga mensal de resfriamento, aviário dark house.	39
Gráfico 12: Consumo mensal de eletricidade simulada, nos três modelos de aviários comparados.	40
Gráfico 13: Demanda mensal de pico simulada, nos três modelos de aviários comparados.	41

DALMINA JR, Moacir J. Me. Sc., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Março de 2018. **Comparação de projetos arquitetônicos para otimização de eficiência energética e conforto ambiental em aviários de frangos de corte para o oeste do Paraná.**

Orientador: Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira.

RESUMO

O alto custo de produção é um dos maiores desafios na avicultura de corte e o custo energético é um dos principais fatores pelo valor final do produto, por isso o estudo proposto busca minimizar e tornar mais eficiente energeticamente o sistema de iluminação e ventilação de aviários de corte no oeste do Paraná. O objetivo do presente estudo foi desenvolver uma comparação de três modelos de projeto para melhor eficiência energética e conforto ambiental de aves de cortes em confinamento. Assim a pesquisa analisou dois modelos de aviários existentes no mercado, o convencional aberto e o *dark house*, além de um terceiro modelo o sistema proposto que tem como características realizar um sistema de brises bloqueadores solares e de ventilação cruzada, que utilizem recursos naturais para auxiliar na eficiência térmica do aviário, minimizando custos com energia e proporcionando um melhor conforto dos animais. Desta forma resultem em ganho de produção, que vem servir de auxílio aos sistemas atualmente utilizados. Assim o estudo buscou desenvolver um sistema misto entre ações de projeto para melhor aproveitamento de iluminação e ventilação natural, mas com a utilização conjunta de sistemas elétricos de aquecimento e ventilação que atualmente são utilizados em aviários comerciais. Os modelos foram desenvolvidos através do *software Revit* da Autodesk, e os resultados foram obtidos através *Green Building Studio*. A metodologia utilizada foi a comparação dos modelos e análise do consumo energético das edificações durante o ano. Os resultados permitiram concluir que o modelo de aviário proposto para o estudo foi 20,97% mais eficiente que o modelo aberto convencional e 58,21% mais eficiente do que o modelo *dark house*.

Palavras-chave: eficiência energética, conforto térmico, aviário de corte.

DALMINA JR, Moacir J. Me. Sc., *Western Paraná State University*, March 2018.
Comparison of architectural projects to optimize energy efficiency and environmental comfort in broiler house in the western region of Paraná State, Brazil.

Advisor: Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira.

ABSTRACT

The high cost of production is one of the greatest challenges in poultry and the energy cost is one of the main factors for the final value of the product. So, the proposed study seeks to minimize and enhance the energetic lighting and ventilation system of broiler houses in the western region of Paraná state, Brazil. The objective of the present study was to develop a comparison of three design models of broiler houses to improve energy efficiency and environmental comfort of confined poultry. Thus the research analyzed two models of broiler houses existing in the market, the open-sided broiler house and the dark house models, in addition to a third model the proposed system that has as characteristics a brise-soleil system and cross ventilation, which uses natural resources to help in the thermal efficiency of the broiler house, minimizing energy costs and providing better animal comfort. Therefore, they result in a production gain, which helps the systems currently used. Thus, the study sought to develop a mixed system between project actions to better use of natural lighting and ventilation, as well as the use of electric heating and ventilation systems that have been used in commercial broiler houses. The models were developed using Autodesk Revit™ software, and the results were obtained through Green Building Studio™. The methodology used was the comparison of the models and analysis of the energy consumption of the buildings during the year. The outcome allowed us to conclude that the broiler house model proposed for this study was 20.97% more efficient than the open-sided model and 58.21% more efficient than the dark house model.

Keywords: energy efficiency, thermal comfort, broiler poultry house.

ÍNDICE

RESUMO	ix
ABSTRACT.....	Erro! Indicador não definido.
1 Introdução.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. Objetivo Geral	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Ambiência animal.....	4
2.2. Conforto ambiental em aviários de corte	5
2.2.1. Iluminação em aviários de corte	6
2.2.2. Ventilação Natural em aviários de corte	8
2.2.3. Bloqueador de radiação solar (Brisas horizontais)	9
2.2.4. Sistema de Ventilação Cruzada aplicado em aviários de corte	9
2.3. Eficiência energética na edificação	10
2.3.1. Eficiência energética na avicultura	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Sistemas computacionais utilizados para o trabalho	14
3.1.1. Software Revit tecnologia BIM (<i>Building Information Modeling</i>).....	15
3.1.2. Elementos construtivos e equipamentos	16
3.1.3. <i>Software Green Building Studio</i>	16
3.2. Elementos de análise e ventilação e de temperaturas externas das edificações	17
3.3. Elementos de análise do consumo de energia	18
3.4. Modelos de Aviários Analisados.....	19
3.4.1. Modelo Convencional aberto.....	19
3.4.2. Modelo com brises e efeito chaminé proposto para o estudo	21
3.4.3. Modelo <i>Dark House</i>	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Análise de incidência de ventilação e de temperaturas externas das edificações	29
4.1.1. Frequência anual dos ventos	29
4.1.2. Temperatura de bulbo seco e úmido	30
4.1.3. Bulbo seco de aquecimento e resfriamento.....	31
4.1.4. Umidade relativa do ar	32
4.2. Análise de consumo de energia e conforto térmico dos aviários de frango de corte.....	33
4.2.1. Utilização e custo anual de energia dos aviários	34

4.2.2. Utilização de energia elétrica nos aviários.....	35
4.2.3. Carga mensal de aquecimento e refrigeração	36
4.2.4. Consumo simulado de consumo de eletricidade	40
4.2.5. Demanda simulada do pico de eletricidade dos aviários	41
5. CONCLUSÕES	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
Apêndice 1- Modelagem computacional no programa revit dos três modelos comparados.	49
Apêndice 2- Criação do modelo de energia no revit.....	50
Apêndice 3- Execução do modelo de energia no revit.....	51
Apêndice 4- Resultado dos três modelos de análise energética.	52
Apêndice 5- Configuração de materiais no revit (alvenaria).	53
Apêndice 6- Configuração de equipamentos no revit (exaustores).....	54
Apêndice 7- Interface do programa da (autodesk) <i>green building studio</i>	55
Anexo 1- Modelo exaustor utilizado no aviário <i>dark house</i>	56
Anexo 2- Modelo dos ventiladores utilizados no modelo convencional aberto e no modelo de projeto proposto para o estudo.	57

1 Introdução

Os animais de sangue quente, conservam uma temperatura interna fixa, por isso tem a necessidade de uma zona de conforto térmico, em que a temperatura, ventos e umidade relativa do ar devem estar dentro de uma faixa para a melhor qualidade de vida desses seres vivos.

As aves são animais homeotérmicos, mantendo a temperatura interna constante, e realizando troca contínua da temperatura com o ambiente, porém isso só é possível quando a temperatura do ambiente estiver dentro dos níveis adequados de conforto do animal (SOUZA, 2005).

Segundo Belay e Teeter (1993) se a temperatura e a umidade relativa do ar ultrapassam os níveis adequados tanto com ganho ou perda de calor, denominada de zona termo neutra, a perda de calor corporal fica minimizada, ou seja a temperatura do ambiente interno dos aviários afeta o desenvolvimento dos frangos de corte, por isso a importância de um microclima que atinja uma boa eficiência energética.

Aradas (2001), define que é de suma importância o conforto térmico dos aviários, pois condições severas de temperatura prejudicam a produção das aves, refletindo assim em uma perda de produtividade.

Considerando que atividade da avicultura é um dos principais cultivos de proteína animal e do potencial produtivo do país, e dado a importância desta atividade principalmente na região sul do Brasil, deve-se levar em conta alto custo de energia gerado para manter o conforto térmico uma vez que se utilizem de motores e lâmpadas. Segundo Nonis e Samed (2014) a otimização da energia na avicultura tem sido discussão de vários estudos que citam a importância de se identificar meios de aumentar a eficiência energética, uma vez que a utilização de energia elétrica gera custos elevados .

Este trabalho desenvolveu uma comparação simulada entre três modelos de projetos, para que através das análises seja possível avaliar o melhor modelo que possa possibilitar ganho de eficiência energética em aviários de corte. Desta forma é possível reduzir o custo de produção, através do aproveitando da iluminação e ventilação naturais para um melhor conforto térmico.

Durante o processo de engorda e crescimento as aves necessitam de vários cuidados com a climatização, entre elas a iluminação e ventilação, pois segundo Bianchi (2013) “É necessário incluir a velocidade do vento e a temperatura média radiante que são fundamentais para determinar o conforto térmico do frango”. Atualmente são

utilizados ventiladores e outros equipamentos que demandam de consumo de energia para manter a melhor ambiência possível dentro do aviário. Assim essa pesquisa procura analisar dois modelos de aviário já existentes no mercado, o convencional aberto e o *dark house*, além de um terceiro modelo desenvolvido para o estudo que se propõe a desenvolver um sistema de brises bloqueadores de radiação solar, que poderão bloquear a insolação em dias quentes, regulando assim a temperatura interna. Foi desenvolvido um sistema de aberturas que proporcionem ventilação natural cruzada com efeito chaminé, que fará a troca de ar entre os ambientes aproveitando o máximo do conforto térmico. O sistema de cobertura é composto por telha termo acústica em isopor revestida em aço, diminuindo a condução térmica e minimizando a utilização de equipamentos que demandem de consumo energético para regularizar a temperatura do ambiente.

Portanto o modelo proposto de bloqueador solar e ventilação natural tem como possibilidade preservar e melhorar o conforto térmico das aves, gerando e melhorando a qualidade de vida dos animais e diminuindo o gasto de energia elétrica e o custo da produção.

O estudo foi desenvolvido através do sistema computacional Revit, em modelos paramétricos, nos quais foram especificados as dimensões e materiais. A análise do consumo energético foi realizado pelo software *Green Building Studio* da Autodesk, possibilitando comparar o modelo desenvolvido com os modelos utilizados no mercado. Os modelos foram testados afim de comparar o consumo de energia entre os mesmos, observado o mais adaptado ao clima do local de implantação do estudo.

Posteriormente foram analisados os resultados de consumo de energia através de gráficos nos quais são apontados os gastos de energia de cada modelo.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Realizar uma simulação de projetos arquitetônicos para investigar o modelo com melhor eficiência energética e conforto ambiental de aves de cortes em confinamento, no oeste do estado do Paraná.

1.1.2. Objetivos Específicos.

a) Investigar como estratégias de conforto ambiental e utilização de sistema de brises e ventilação cruzada podem beneficiar energeticamente uma edificação, evidenciando seu potencial energético;

b) Analisar através de simulações computacionais, o gasto de energia em relação aos ganhos ou perdas térmicas provenientes da variação de elementos e fatores climáticos externos e internos;

c) Comparar o grau de demanda energética dos três modelos, através dos dados obtidos com o experimento.

d) Elencar elementos projetuais e arquitetônicos que minimizaram os gastos energéticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir foi desenvolvido uma revisão da literatura que contemplasse temas que vieram orientar a fundamentação teórica do trabalho, onde foi possível situar o trabalho e analisar discussões de estudos de outros autores servindo de ponto de partida para o desenvolvimento da pesquisa. A revisão foi dividida em quatro tópicos, como podemos observar na figura 1, que nortearam a fundamentação do trabalho e dentro desses tópicos temas que auxiliaram no desenvolvimento da metodologia e posteriormente nos resultados do trabalho final.

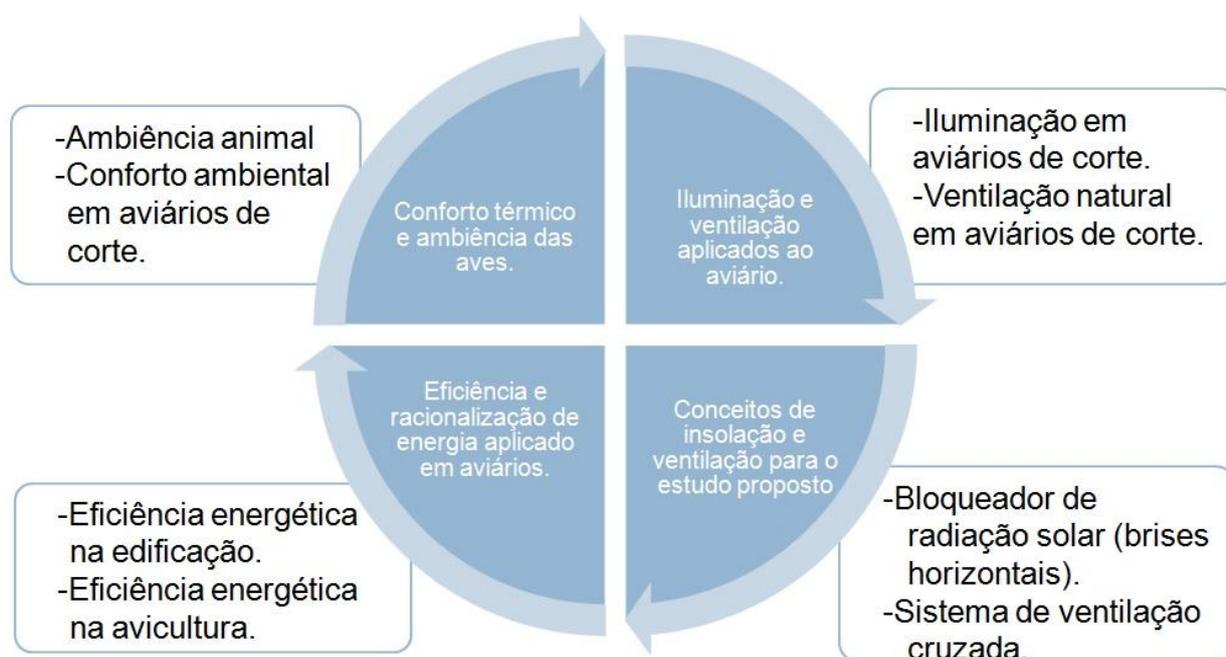


Figura 1: tópicos e temas da revisão da literatura.

2.1. Ambiência animal

As aves realizam continuamente a troca térmica com o ambiente, no entanto essa troca só é eficiente se o ambiente estiver em uma zona de conforto adequada para os animais. O calor excedente das aves deve ser eliminado, mantendo assim sua temperatura interna constante. Se a eliminação da temperatura excedente não for eficiente a ave pode ir a óbito por prostração (ABREU; ABREU, 2011).

O bem estar animal é fator fundamental para o desempenho das aves, por isso é preciso desenvolver técnicas eficientes e eficazes para uma maior produtividade.

Nos aviários a mortalidade pode ultrapassar um por cento, sendo que 40% desse valor resulta do estresse térmico, o que gera preocupação na cadeia produtiva da avicultura, pois perdas expressivas demanda alto gasto financeiro, não sendo aceitáveis a um mercado tão competitivo como o da avicultura (SILVA; VIEIRA, 2010).

O frango de corte tem uma faixa de conforto ideal para o seu desenvolvimento, sendo que uma boa produtividade está diretamente ligada as condições ambientais e climáticas sobe as quais os animais estão submetidos (BUENO; ROSSI, 2006).

Uma boa ambiência além de aliviar o estresse animal contribui para a melhoria produtividade, diminuindo perdas e prejuízos financeiros ao produtor. Assim é preciso trabalhar o ambiente de forma multidisciplinar para que a soma de ações resultem em melhor conforto ambiental, possam trazer lucros e resultados positivos tornando a avicultura brasileira mais competitiva.

2.2. Conforto ambiental em aviários de corte

Viver em um espaço construído interfere nos padrões de conforto e eficiência energética das edificações. O vínculo complexo e interdependente entre animais, clima e edifícios produz impactos no consumo de energia. O aspecto mais importante no conforto ambiental é o conforto térmico que é interpretado pela sensação de satisfação com a temperatura (GONÇALVES; BODE, 2015).

Atingimos o conforto térmico quando o sistema de produção de calor pelo corpo estiver equilibrado, isto é, o corpo precisa de um trabalho mínimo para se termo regularizar. Alcançamos também quando apresentarmos harmonia entre a perda de calor do ambiente e a perda de calor do corpo (NEUFERT, 2014).

No panorama ambiental, o espaço construído deve oferecer ao usuário um estado mínimo de ocupação seguido de uma sensação mínima de conforto. Vale evidenciar que questões visuais, térmicas e de iluminação, campos de domínio do conforto ambiental, devem ser aplicadas simultaneamente no projeto arquitetônico. Essa integração apresenta uma boa performance energética na arquitetura, apropriadas ao edifício e ao usuário, resultando em ambientes eficientes e aconchegantes (GARROCHO, 2005).

O desenvolvimento de uma arquitetura que venha melhorar o conforto térmico do usuário é fundamental para a qualidade e percepção do espaço. A construção deve ser

pensada para o seu local de implantação, aproveitando ao máximo os recursos naturais e trabalhando em conjunto com equipamentos tecnológicos para proporcionar o melhor conforto e ambiência ao usuário.

Nos primeiros dias de vida as aves não possuem termorreguladores maduros e um sistema de reserva de energias adaptado para situações adversas, o que pode levar a danos em virtude das variações climáticas do meio ambiente (FERRAZ, 2016).

Segundo Carvalho, Santos, Silva, Santos, Moreira e Botelho (2014), a produção de frango de corte é adequada quando os mesmos são criados em ambientes termicamente adaptados para o seu desenvolvimento, sem a necessidade que os mesmos dependam de energia para regular a temperatura corporal.

A aves possuem um sistema termorregulador eficiente para reter calor, mas tem mais dificuldade de dissipá-lo, por isso o estresse por calor é um dos maiores problemas da criação de frango de corte, pois diminui a produtividade. A procura de melhores resultados zootécnicos onde as aves são produzidas, tem estimulado estudos de adaptação e ajustes da estrutura dos galpões, para diminuir os gastos pelas altas temperaturas que incidem nos animais (LOPES, 2015).

O aprimoramento das edificações nas estruturas de produção avícola, sobretudo em regiões de climas quentes, minimizam o efeito do estresse por calor, uma vez que um bom conforto térmico é um fator importante para que se possa alcançar uma alta taxa de produtividade.

2.2.1. Iluminação em aviários de corte

A eficiência energética é imprescindível para a redução do consumo de energia elétrica, atualmente a sistemas de refrigeração e iluminação mais eficientes, que se utilizem de energia elétrica ou combustíveis fósseis, contudo a utilização de fontes alternativas ou naturais de energia resultam na redução de custos e impactos no ambiente.

A iluminação proporcionada pelo céu sofre variações nas estações do ano, localização e condições do céu, deste modo, as edificações necessitam de sistemas que controlem a luz natural e artificial, se adaptando a edificação às condições de luz do ambiente externo (IEA, 2000).

A luz natural se caracteriza por um sistema de janelas ou aberturas zenitais, tendo como finalidade ampliar a iluminação e a qualidade de conforto do ambiente. (Grillo, 2005).

Segundo Silva (2007), os sistemas de bloqueador externos são eficientes na proteção solar, reduzindo a condução térmica e por consequência minimizando a temperatura, além de solucionar o ofuscamento dentro da edificação e custos com a iluminação artificial. Os sistemas de bloqueador podem ser fixos ou móveis, adaptando-se a melhor disponibilidade da radiação solar.

"Cabe salientar que as intervenções de reabilitação dos edifícios tendem a incidir com maior frequência no envelope, visando controlar os ganhos ou perdas de calor por esse elemento e nas instalações do edifício. São essas intervenções as que podem contribuir, mais significativamente, para o conforto ambiental (térmico e luminoso), para reduzir os impactos ambientais e os custos da sua utilização".(GRILLO, 2005, p. 42).

Um sistema de iluminação planejado, prevendo sua localização e a incidência sofrida pela edificação, é fundamental para uma boa eficiência energética, aproveitando o máximo dos recursos naturais, e por consequência economizando com a utilização de equipamentos elétricos e que demandem de combustíveis fósseis.

A iluminação que atinge as aves na área interna do aviário afeta diretamente o desempenho da produtividade dos animais, por isso há necessidade de estudos que observem o impacto das iluminações artificiais realizadas pelas lâmpadas, e também como a iluminação natural pode contribuir ou prejudicar o desenvolvimento das aves. É necessário elaborar ambientes com boa iluminação nos quais a luz possa entrar com boa intensidade, porém de forma controlada para que não exceda o conforto e ambiência interna.

A luz se torna visível em virtude de uma junção de comprimento de ondas, oriundos de uma série maior, denominado de espectro eletromagnético. Enquanto as lâmpadas incandescentes apresentam uma luz vermelha, as fluorescentes brancas projetam uma luz azulada. Isso se torna possível pois as incandescentes produzem ondas mais longas, enquanto as fluorescentes ondas mais curtas. Na aves mais jovens a luz de onda curta estimula o crescimento, enquanto na maturidade sexual a luz de onda longa acelera a produção. Estudos apontam que aves expostas às luzes azul e verde se mantêm mais calmas (MENDES; REFFATI; RESTELATTO; PAIXÃO, 2010).

O desenvolvimento de uma faixa ideal de iluminação seria aquela que possibilitasse, uma máxima produtividade com um bom desempenho de gasto de energia

elétrica (FREITAS; COTTA; OLIVEIRA; GEWHER, 2005). Contudo a utilizar a iluminação natural em conjunto com a de energia elétrica, pode-se minimizar o custo e maximizar a produção.

2.2.2. Ventilação Natural em aviários de corte

A ventilação natural é um fator importante para que se possa obter um bom conforto térmico. Em edificações situadas em lugares de clima quente e úmido como o Brasil, a ventilação cruzada promove uma troca de ar constante entre os ambientes interno e externo, proporcionando maior salubridade e eliminação de odores e poluentes (COSTA, 2009).

A ventilação dinâmica é realizada pela pressão e depressão sofridas pelas faces da edificação, já a ventilação na parte interna da edificação é realizada pelas aberturas, sendo a entrada pelas zonas de alta pressão e a saída pelas zonas de baixa pressão. O efeito chaminé é realizado em virtude da diferença da pressão do ar que acontece no interior da edificação, de modo que a zona de maior pressão, com baixa temperatura, se desloca para a zona de maior pressão, com temperatura mais elevada (TOLEDO, 2016).

Com a utilização de equipamentos de aquecimento e ventilação cada vez mais eficazes, o homem contemporâneo deixa de aproveitar os recursos naturais à sua disposição. Desenvolvem-se trabalhos pautados em tecnologias que realizam o aquecimento e resfriamento dos edifícios artificialmente. No entanto, com o alto custo da energia elétrica a necessidade de adaptar as edificações tornando-as mais eficazes, desenvolvendo estratégias bioclimáticas que se adaptem ao clima dos trópicos quentes e úmidos, tornando assim as edificações mais eficientes e sustentáveis.

A eficiência térmica dos aviários tem como variáveis a umidade, velocidade do vento e a radiação solar, que desempenham um papel importante na produção de frango de corte, afetando a eficiência alimentar e o bem estar animal, o sistema de ventilação é fator fundamental para determinar as condições ideais e garantir a qualidade do microclima dentro da edificação (CURI; CONTI; VERCELLINO; MASSARI; MOURA; SOUZA, 2017).

Há muitas variáveis a serem analisadas em relação a qualidade do ar nos aviários de corte e ao sistema de ventilação utilizados. No início do desenvolvimento das aves a ventilação deve ser mínima, não podendo causar resfriamento dos animais. Outro fator é a quantidade de gases produzidas no interior do aviário, cujo o controle é fundamental

para o bem-estar e aumento da produtividade e sustentabilidade (CARVALHO; MOURA; SOUZA, 2010).

A troca constante de ar do ambiente interno do aviário, é essencial para o desenvolvimento das aves, além de dissipar os gases produzidos no interior do mesmo. O estudo de ventilação deve ser levando em conta para o desenvolvimento da cadeia produtiva, tornando o aviário mais eficaz economicamente e sustentável ambientalmente.

2.2.3. Bloqueador de radiação solar (Brisas horizontais)

A faixa de conforto térmico das aves de corte fica entre 21 e 24 graus, já a intensidade da luz segundo Lana (2000):

A intensidade de luz para as aves é na ordem de 10 a 15 luméns/m²[...] É importante lembrar que a iluminação acima de 22 luméns/m² pode, contrariamente ao pretendido deprimir o crescimento e provocar o canibalismo e, conseqüentemente contusões na carcaça[...] (LANA, 2000, p. 52 e 55).

A incidência da luz aumenta a taxa de radiação solar proporcionando elevação térmica e prejuízos ao desenvolvimento das aves, o que justifica a importância da elaboração de mecanismos de controle da incidência solar no aviário.

Segundo Ying-Chieh (2013), o aproveitamento de energia solar nas edificações pode proporcionar uma economia de energia, contudo, ganhos solares podem resultar em superaquecimento e aumento de consumo energético para regular a temperatura do ambiente interno. A radiação solar pode ser direta, que é a energia que passa pela atmosfera atingindo diretamente a superfície, ou difusa, que espalha pela atmosfera ou é refletida por outras superfícies.

Para Despotovic (2015), para um bom *design* da edificação é importante e necessário o conhecimento dos dados de radiação solar, nos campos de interesse, como arquitetura, agricultura e ecologia. Por isso cuidados com a incidência solar no ambiente são necessários, criando sistemas para reduzir a condução térmica ao ambiente interno.

2.2.4. Sistema de Ventilação Cruzada aplicado em aviários de corte

O conforto térmico do aviário depende de alguns fatores importantes, entre eles o calor por incidência solar, o gerado pelas aves, por condução através de telhados e planos de fechamento e as trocas térmicas realizadas através da ventilação natural. As trocas térmicas são importantes pois interfere no desenvolvimento das aves. Os aviários

utilizam principalmente o sistema de ventilação forçada através de resfriamento evaporizado implicando em gasto energético e no custo final da produção. De acordo com Tinoco, (1995, apud Pereira 2007).

“O acondicionamento térmico natural, sem o uso de equipamentos para a ventilação, nebulização e resfriamento adiabático, tem como recursos: a adequada locação e orientação do galpão, a ventilação natural e os usos de materiais que resistam as mudanças bruscas de temperatura. O acondicionamento térmico natural, por ser mais que barato, deve ser buscado antes dos equipamentos de acondicionamento térmico artificial” (Tinoco, 1995, apud Pereira 2007, p. 33).

Os aviários necessitam de uma boa ventilação. Assim um bom exemplo sistema de ventilação passiva é a ventilação cruzada, pois segundo Michel, Philokyprou, Argyrou (2014), ela tem bom desempenho em condições internas durante as estações quentes do ano, no período de resfriamento, contribuindo assim para a extensão do conforto interno dos ambientes.

2.3. Eficiência energética na edificação

O desenvolvimento tecnológico trouxe ao homem a falsa ideia que estaria livre das limitações impostas pelo clima, sendo um dos principais responsáveis pela má qualidade das obras arquitetônicas e urbanísticas no conforto térmico (EREC, 2010).

Segundo Souza (2016), a partir do desenvolvimento da arquitetura moderna surgiram ideologia inovadoras, buscando realizar uma arquitetura internacional, com fachadas envidraçadas permitindo a entrada da luz, e ampliando a visualização do externo. Um elemento fundamental para que isso fosse possível foi a utilização de tecnologias que climatizavam esses espaços.

Com isso os equipamentos elétricos se tornam a solução para o equilíbrio climático da edificação, pois as limitações de consumo energético não fazia parte do contexto nessa época (MASCARELLO, 2005).

Com o aumento da demanda de energia elétrica, grande parte pelo avanço das tecnologias, surgiu a necessidade de pensar a arquitetura que se ajuste ao clima na qual será implantada, buscando uma edificação com eficiência energética que atenda as necessidades do ser humano. (CORBELLA; YANNAS, 2011).

Segundo Mendes, Westphal, Lamberts e Cunha Neto (2005) os programas de simulação são ferramentas importantes para avaliar o desempenho energético das

edificações em diferentes modelos de projeto. Com a simulação computacional pode ser avaliado o consumo e custo de energia antes mesmo de sua construção.

O conceito de eficiência energética começou a ser usado pelos arquitetos e engenheiros em virtude de promover o uso tecnológico, proporcionando um bom desempenho dos equipamentos consumindo menos energia (MENDES; WESTPHAL; LAMBERTS; CUNHA NETO, 2005)

Os níveis de eficiência energética e o valor consumido na edificação poderão ser analisados através da simulação computacional, ferramenta de extrema importância aos projetistas, pois auxilia no desenvolvimento do projeto e direciona na tomada de decisões, que podem minimizar perdas e aumentar o lucro com atividade exercida pelo empreendimento (MENDES; WESTPHAL; LAMBERTS; CUNHA NETO, 2005)

Novos estudos de elementos arquitetônicos e soluções de projetos são fundamentais, para que possa através de tecnologias aproveitar melhor os recursos naturais, pois segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2004), diante da atual crise de energia e discussões sobre impactos ambientais em níveis mundiais, surge a necessidade de buscar novas respostas arquitetônicas mais próximas das tecnologias disponíveis e com enfoque na preservação ambiental.

2.3.1. Eficiência energética na avicultura

Atualmente é consumida uma alta demanda de combustíveis fósseis principalmente na avicultura, por isso surgiu a necessidade da quantificação do consumo de energia no setor, podendo ser analisado através do balanço energético, visa analisar os fluxos de consumo identificando sua demanda, através de sua relação entre produção e consumo (CAMPOS; CAMPOS, 2004).

Em alguns casos o consumo para o desenvolvimento do produto é maior do que o retorno que o mesmo proporcionará, resultando em um balanço negativo, não sendo eficiente sustentavelmente (SOUZA, 2006).

Com isso surge a necessidade de melhorias na eficiência energética, aproveitando os recursos naturais, diminuindo os impactos causados pela atividade avícola, buscando manter os níveis de recursos e consumo estáveis, para que não se torne um problema energético global (CERVI, 2009).

Muitas atividades na avicultura demandam de alto consumo energético, gerando problemas econômicos e ambientais. Nesse contexto surge a necessidade de

desenvolver uma produção de alimentos sustentável, uma das alternativas de proporcionar uma gestão sustentável, e seria a efetivação de estudos de análise energética (SILVA; BUENO, 2011).

Análise energética é importante para identificar suas fontes, a sua utilização e posteriormente mensurar seus impactos causados. A avaliação energética pode ser entendida como avaliação de entradas e de saídas de energia do sistema produtivo (BUENO, 2002).

A realização do balanços de energia é uma ferramenta importante para definição de novas técnicas e manejos no agronegócio, resultando em economia de energia e minimizando o custo de produção, em um sistema de produção mais tecnológico no qual são utilizadas intensamente a energia elétrica em suas variadas formas. CAMPOS(2004).

Risoud (2000), aponta que a análise energética é o caminho para analisar a sustentabilidade no agronegócio, entre os setores de culturas e de proteína animal.

A avicultura sustentável é um grande desafio especialmente para o Brasil, que é um dos maiores produtores mundiais do agronegócio. Há a necessidade atingir altos níveis de produção para que se mantenha a competitividade no mercado internacional, desta forma a implementação de estudos e diretrizes sustentáveis é importante para o aumento da produtividade, promovendo ações eficientes e minimizando os custos com a produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em três fases como pode ser observado na figura 2, primeiramente foram desenvolvidos os 3 modelos através de desenhos paramétricos, posteriormente foram elaboradas as análises de elementos externos como ventilação e insolação onde foram expostas os modelos analisados, e por fim a análise computacional onde foi possível obter os resultados e realizar as comparações dos modelos arquitetônicos.



Figura 2: Quadro metodológico.

Para aplicação da análise dos modelos foi escolhida a cidade de Cascavel/PR (figura 3), localizada na região oeste do estado, por ser uma das maiores produtoras de aves de corte da região que é referência na atividade avicultora. Foram avaliados métodos de projeto através deste estudo comparando três modelos arquitetônicos, dois que são utilizados atualmente no mercado e um terceiro que busca um melhor aproveitamento da iluminação através de um sistema de brises para bloquear a radiação solar, e um sistema de ventilação cruzada natural, proporcionando uma melhor eficiência energética do aviário.

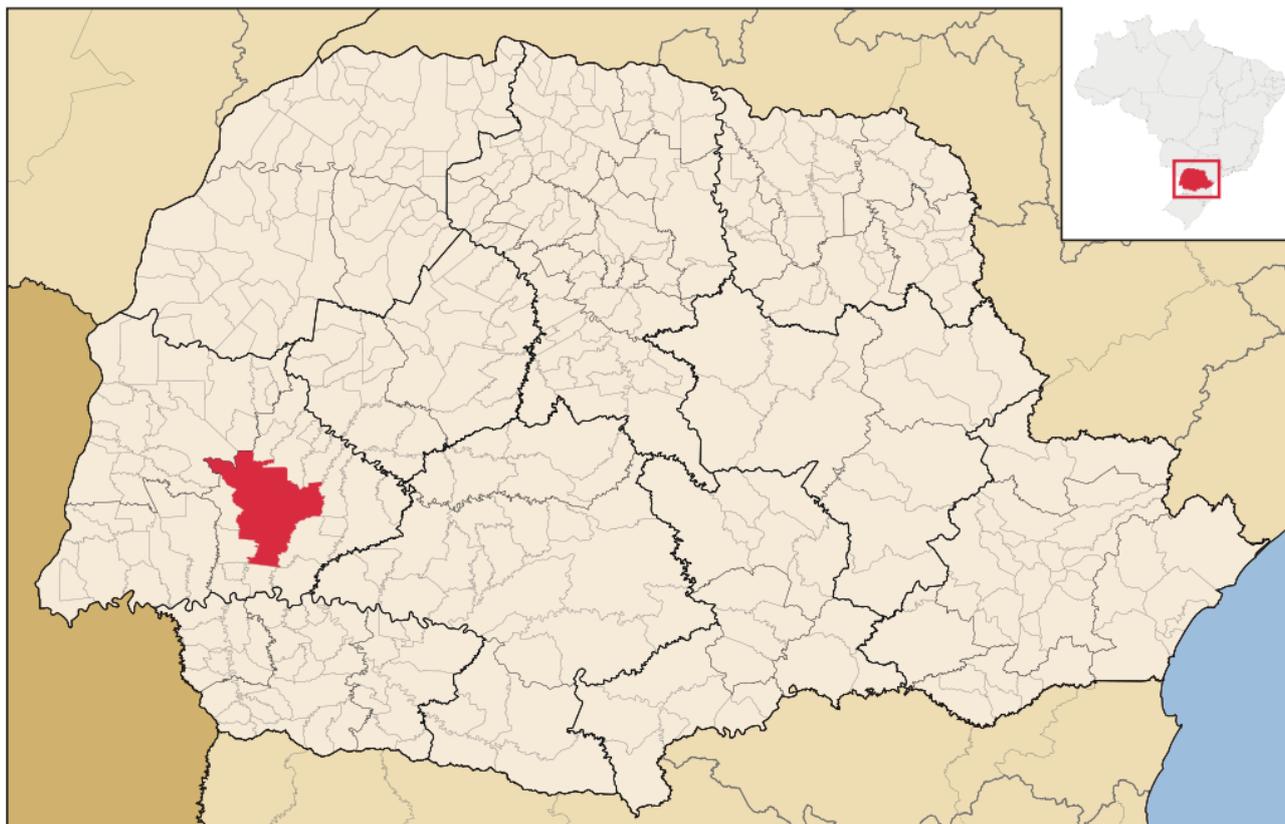


Figura 3: Mapa de Cascavel.
fonte: Wikipédia, 2018.

Foi aplicado a análise sobre a mesma base de dados de estação meteorológica, que está localizada no município de Cascavel na latitude 24.93"17' e longitude 53.46"59' na altitude de 592m, para que as edificações estivessem expostas às mesmas intempéries, podendo assim avaliar o desempenho de cada modelo e sua eficiência somente através de suas qualidades arquitetônicas.

Foram analisados três modelos de edificações. O modelo convencional aberto e o modelo proposto para o estudo, que contam com os mesmos equipamentos elétricos, como lâmpadas e ventiladores, sofrendo alterações apenas nos elementos construtivos e arquitetônicos das edificações. E por fim foi analisado o modelo *dark house*, no qual a temperatura interna é controlada por sistema de exaustão por pressão negativa, e a iluminação 100 % artificial e controlada automaticamente.

3.1. Sistemas computacionais utilizados para o trabalho

Os métodos de avaliação da pesquisa foram realizados através do processo computacional Revit da Autodesk no qual foi desenvolvido o modelo arquitetônico. A

análise de eficiência energética foi realizada através *Green Building Studio*, gerando dados e suas variáveis como temperatura e transferência de calor, fluxos dos ventos e consumo de energia entre outros dados.

3.1.1. Software Revit tecnologia BIM (*Building Information Modeling*)

O programa Revit, baseado na tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), é um dos *softwares* mais utilizados no mundo, ferramenta consolidada e utilizada por grande parte dos profissionais das áreas de engenharia e arquitetura.

De acordo com Crespo e Ruschel (2007), essa ferramenta torna o processo mais dinâmico e flexível, racionalizando o processo produtivo, pois o modelo arquitetônico é criado através de um único modelo tridimensional, com uma base de dados que demonstram as informações da edificação, possibilitando a parametrização dos elementos que constituem o modelo.

O método iniciou-se pela modelagem computacional de três sistemas de aviários distintos que foram analisados posteriormente, tendo como instrumento o programa Revit em sua versão 2017 da Autodesk (apêndice 1) onde pode ser observada a interface do programa, e a digitalização dos modelos arquitetônicos.

Os desenhos técnicos dos aviários (plantas, cortes, fachadas, detalhes, especificações, entre outros) foram desenvolvidos pelo autor. Sendo que no modelo convencional aberto e no modelo *dark house*, foram desenvolvidos os projetos referenciados em edificações que atualmente são comuns na região onde foi realizada a análise do estudo. No modelo proposto para o estudo foi elaborado com brises e com ventilação cruzada.

A partir disso, foi possível transferir as informações do projeto para o modelo virtual produzido no programa Autodesk Revit 2017 da Autodesk, baseando-se nos conceitos paramétricos e capacidades da tecnologia BIM.

A modelagem computacional no Revit buscou uma representação mais fiel possível ao que foi analisado durante as pesquisas bibliográficas, conforme as características físicas e construtivas das edificações, com todos os elementos construtivos e equipamentos que constam nas edificações.

Posteriormente foi criado o modelo de energia configurado e especificado os materiais (apêndice 2). Após a configuração dos elementos construtivos e equipamentos

elétricos, foram especificados os materiais e seus consumos, e a partir disso foi criado o modelo de energia para que pudesse ser realizada a simulação de energia (apêndice 3).

Os resultados de cada modelo (apêndice 4), levam em consideração as especificações dos materiais, como espessura, condutividade térmica, calor específico e densidade, todos calculados automaticamente a partir da resistência térmica e a superfície do componente construtivo.

3.1.2. Elementos construtivos e equipamentos

Os elementos construtivos bem como os equipamentos utilizados na comparação dos modelos, são os mesmos utilizados atualmente no mercado, para que a pesquisa possa ter uma futura aplicação e viabilidade econômica.

O Revit conta com uma vasta biblioteca de materiais e equipamentos para que possam ser implantados no modelo, (apêndice 5), os elementos construtivos estão disponíveis previamente no programa, com suas especificações técnicas como tipo de superfície, espessura e condução térmica.

Os equipamentos elétricos também constam na biblioteca do programa, porém esses tem a necessidade de serem configurados (apêndice 6), onde são especificados as suas dimensões, a voltagem, potência entre outros.

Os equipamentos que demandam de consumo de eletricidade, foram implantados conforme os utilizados no mercado, as especificações técnicas dos equipamentos para a comparação dos modelos, foram realizadas através de pesquisa junto aos fornecedores.

3.1.3. Software *Green Building Studio*

Para a simulação térmica, foi utilizada a ferramenta integrada de análise térmica junto ao Revit, com o uso de elementos de construção (paredes, pisos, coberturas, portas, janelas, entre outros.). Essa ferramenta executa a simulação do uso potencial de energia na edificação, inclusive a térmica, enviando um arquivo na nuvem (serviço da internet) para outro programa, o Autodesk *Green Building Studio* (apêndice 7), onde são validados os dados, que retorna os resultados pelo servidor.

Posteriormente é gerado um relatório com os dados obtidos e resultados de consumo e eficiência energética.

3.2. Elementos de análise e ventilação e de temperaturas externas das edificações

A incidência de ventilação e de temperaturas em que os modelos foram expostos durante o período de um ano foram apresentados em gráficos, bem como frequência anual dos ventos, a faixa anual de temperatura, os dados mensais de temperatura e os dados anuais de umidade.

A carta solar foi realizada através do *software Analysis SOL-AR* do laboratório de eficiência energética em edificações, da Universidade Federal de Santa Catarina, conforme a figura 4 abaixo. Foi realizada a carta solar do município de Cascavel/PR, observando a incidência solar, analisando o ângulo solar e a sua interferência de calor e luz direta.

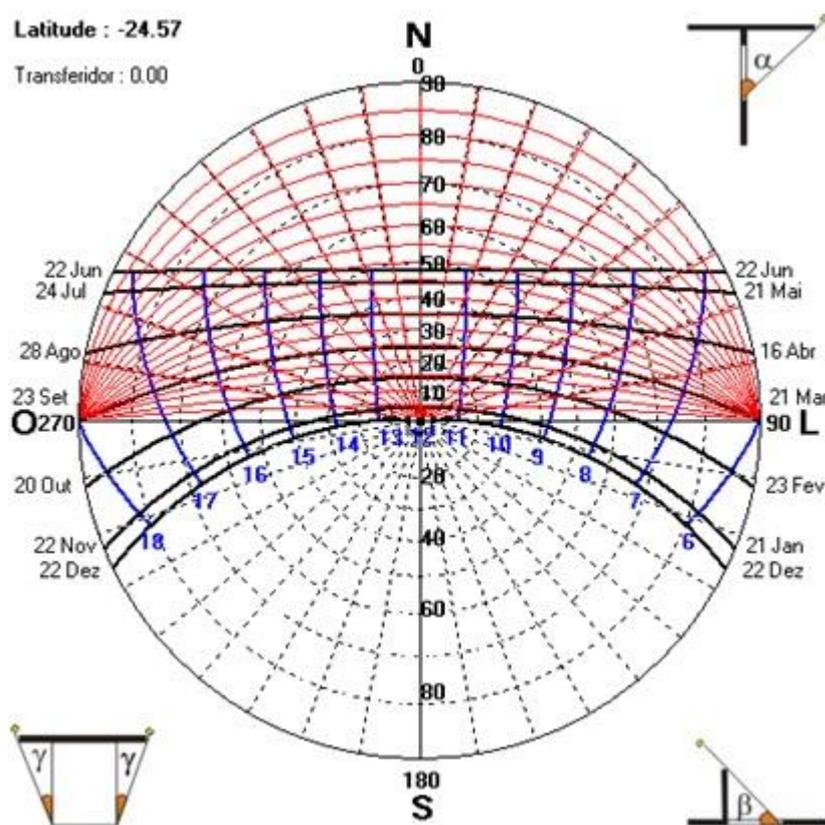


Figura 4: Carta solar de Cascavel.
fonte: Universidade Federal de Santa Catarina (SOL-AR), 2015.

Conforme observado na carta solar a fachada que mais sofre incidência solar é a fachada norte da edificação, durante o período de 21 de março à 23 de setembro.

Os dados coletados pela estação meteorológica localizada no local de implantação da edificação, permitiu o desenvolvimento da rosa dos ventos (figura 5) através do software *Green Building Studio*. Verificou-se que a velocidade média do vento na cidade de Cascavel, com ventos moderados na maior parte do ano entre 9 e 17 Km/h, predominantemente é nordeste sofrendo oscilação durante o ano.

Realizou-se a análise através das médias de velocidade do vento e suas direções predominantes durante as estações do ano, para avaliar a interferência nos fluxos da ventilação no objeto de estudo.

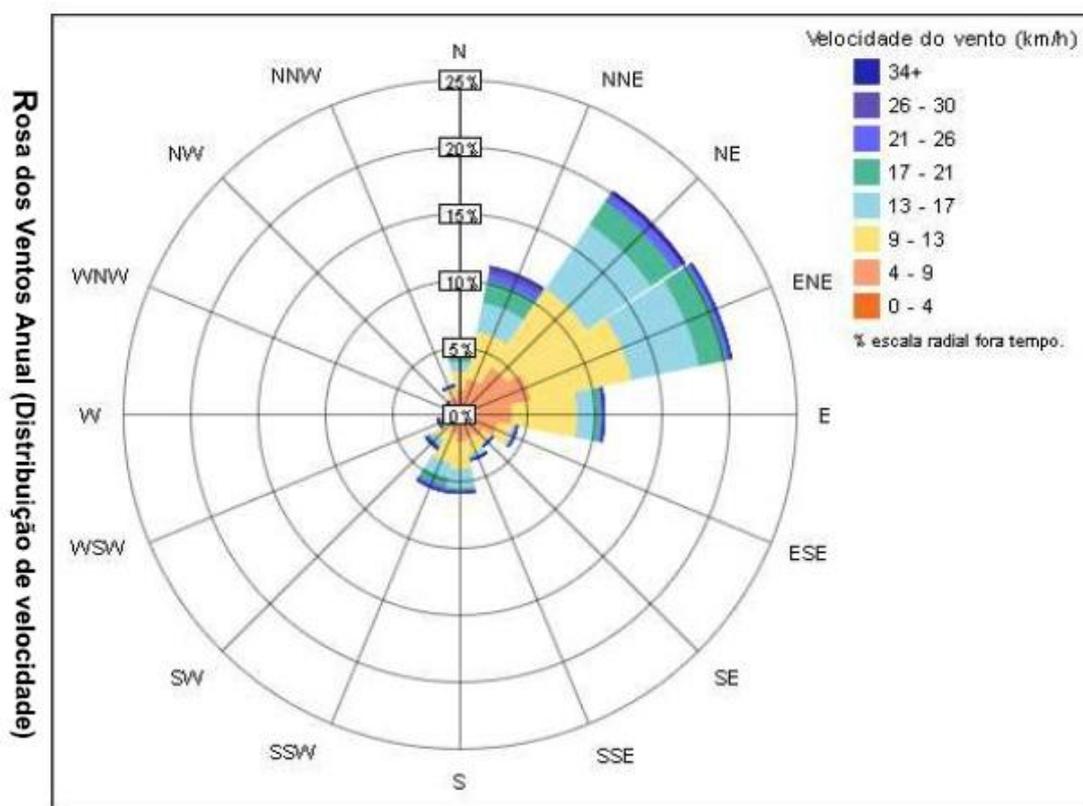


Figura 5: Velocidade e direção dos ventos na estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.

3.3. Elementos de análise do consumo de energia

Nos resultados do trabalho foram apresentados dados da utilização e custo do kWw/ano dos três modelos, será apresentado também a utilização de energia dos equipamentos que compõem as edificações, a carga mensal de aquecimento, avaliado

também a carga mensal e de resfriamento, o consumo mensal de eletricidade e por fim a demanda mensal no pico. Todos os dados foram realizados através do software Revit e validados no *Green Building Studio*, nos quais foram gerados os gráficos e dados dos modelos.

3.4. Modelos de Aviários Analisados

Para a análise de incidência solar foram utilizados três modelos arquitetônicos, o aviário de corte convencional aberto, e o sistema com aberturas reguláveis com brises e ventilação cruzada efeito chaminé elaborada para o desenvolvimento dessa pesquisa. Os equipamentos elétricos como ventiladores e lâmpadas são os mesmos nos dois modelos. Posteriormente foi desenvolvido o modelo dark house, no qual a ventilação e iluminação são totalmente automatizados e totalmente dependente de equipamentos elétricos para o funcionamento do mesmo. Os equipamentos foram modelados conforme a necessidade de cada edificação, conforme referência de edificações comuns na região de impacto do estudo, uma vez que o objetivo é avaliar a eficiência do modelo arquitetônico.

O calor gerado pelas aves sobre a cama também é o mesmo para os três modelos, foi utilizado 10w por ave, conforme podemos observar a seguir.

"A geração de calor dos frangos é relativamente complexa, aumentando com o crescimento do frango e variando ao longo do dia. Mas podemos estimar que a geração é de cerca de 4W por kg de frango para facilitar a conta e para frangos com 2,5 kg, cada um gera cerca de 10 W. Consideremos um galpão de 150 m por 15 m, com uma altura de 2,5 m, alojando 30.000 frangos. Naturalmente o número de frangos depende da densidade, que neste caso estaria em torno de 13,3 aves por m². (BIANCHI, 2016, p. 2).

Para que possa visualizar qual o modelo arquitetônico mais eficiente, todos os elementos que geram e consomem energia são os mesmos utilizados no modelos do mercado, tendo alterações construtivas e nos equipamentos que compõem os ambientes.

3.4.1. Modelo Convencional aberto

O modelo convencional analisado foi montado em cima do modelo aberto que é utilizado no mercado, possui dimensões de 15 metros de largura, 150 metros de comprimento, totalizando 2.250m² e pé-direito de 2,60 metros, sendo sua parte

construtiva em alvenaria com as tesouras em madeira, com os fechamentos com lona em polietileno de enrolar e cobertura com telha de fibrocimentos de 6mm (figuras 6,7 e 8).

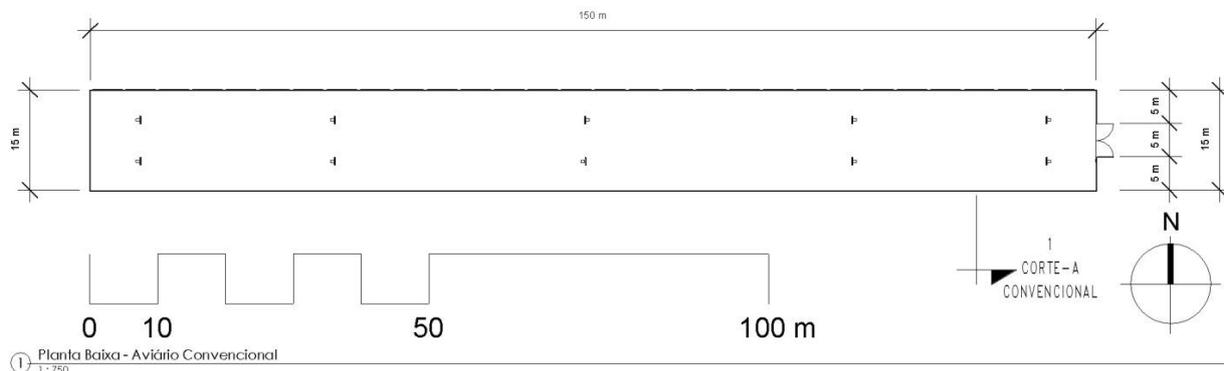


Figura 6: Sistema convencional aberto (planta baixa)

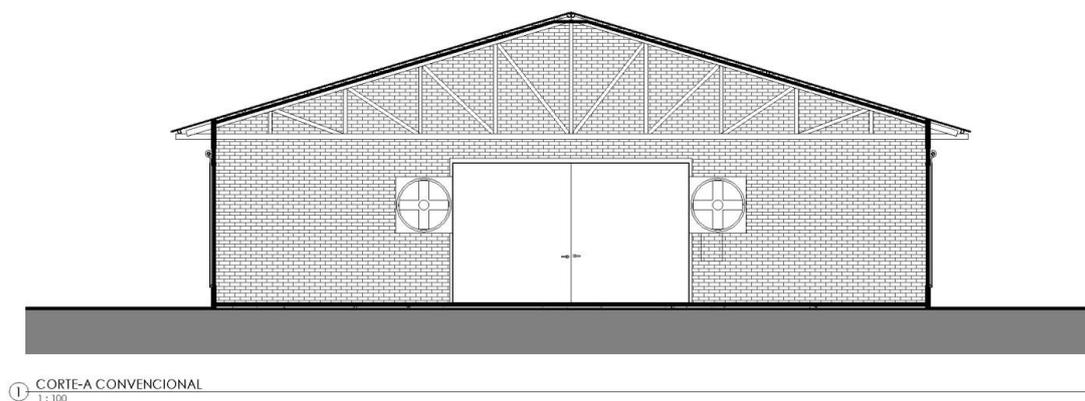


Figura 7: Sistema convencional aberto (corte)

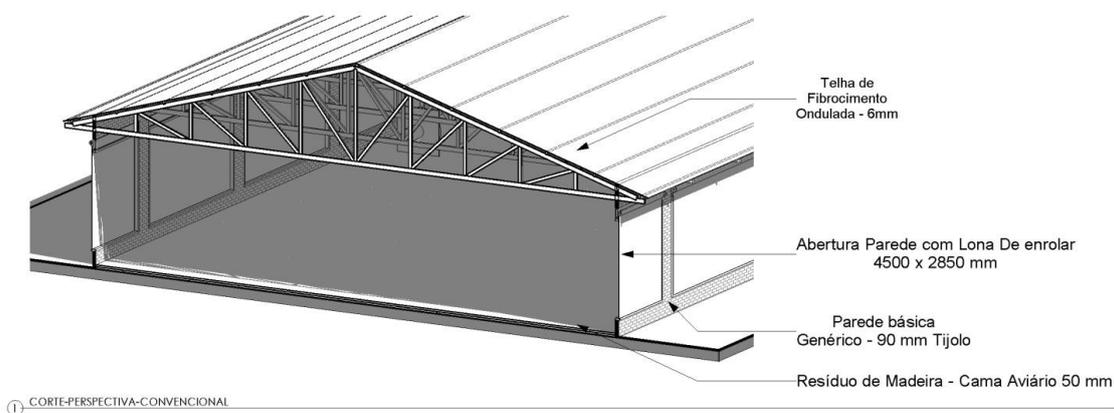


Figura 8: Sistema convencional aberto (corte perspectivado)

O sistema de ventilação se dá pelas aberturas na face norte e sul da edificação, e recebe auxílio de 10 ventilares com modelo e vazão (anexo 2). O sistema de iluminação

se dá por lâmpadas fluorescentes. segundo Brito (2008), á formula para obtenção da quantidade de lumens para iluminar esse tipo de ambiente, se dá através da (área x 20= lúmens), foi escolhida a lâmpada incandescente de 60 watts com (810 lúmens). A fórmula para obtenção da quantidade de lâmpadas podemos observar a seguir:

$$2250\text{m}^2 \times 20 = 45000 \text{ lúmens}$$
$$45000 \div 810 = 55,55 = 56 \text{ lâmpadas.}$$

Foram utilizadas 56 lâmpadas em duas fileiras de 28 lâmpadas cada, durante toda a extensão interna da edificação. Segundo Pan (2015) as lâmpadas incandescentes tem baixo custo e são eficientes energeticamente, somente 5% do *input* de energia vira luz visível, o restante se transforma em calor.

Para Bedin (2015) p.7, devem ser observados elementos de "projeto e implantação, observados quanto a localização, orientação, dimensionamento, telhado, sombreiros e arborização externa devem ser cuidadosamente estudados". Além disso a autora define que se não analisados os elementos climáticos ao se desenvolver uma edificação avícola, o que gera uma situação de desconforto térmico principalmente durante as estações quentes do ano, resultando em perda de produtividade das aves.

3.4.2. Modelo com brises e efeito chaminé proposto para o estudo

O dispositivo de brises foi desenvolvido no sentido horizontal. A proposta é que o sistema seja aplicado apenas na fachada norte da edificação, que bloqueia a face com maior incidência solar reduzindo radiação, auxiliando no conforto em dias quentes e permitindo a entrada da luminosidade adequada. (figura 9) .

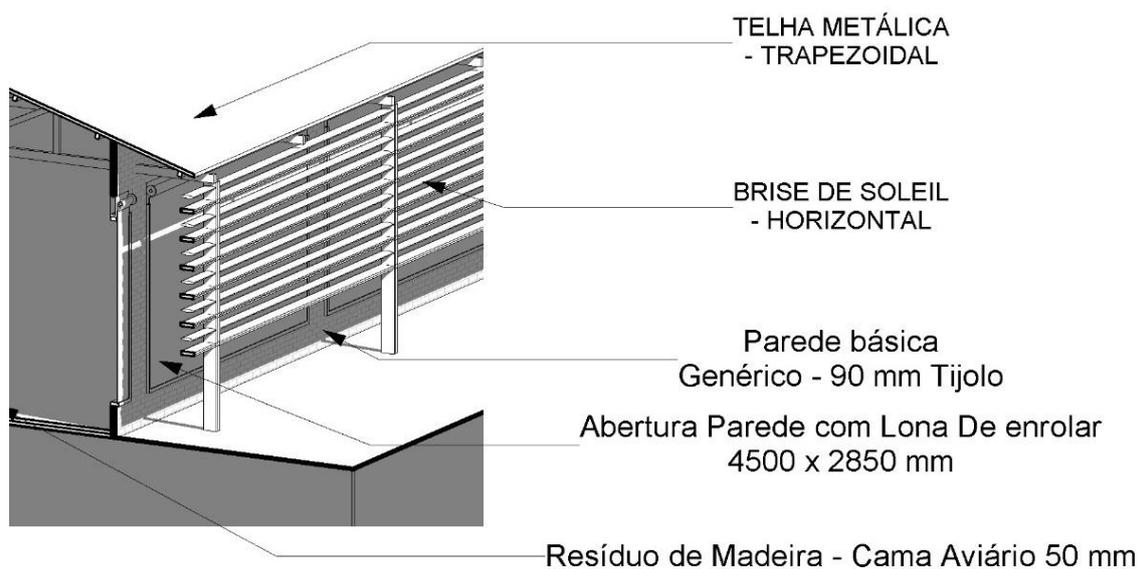


Figura 9: detalhe sistema de brises.

O Sistema de ventilação é desenvolvida através de ventilação cruzada e efeito chaminé, pois segundo Mascaró (1991) esse sistema é eficaz principalmente no resfriamento das superfícies por convecção, especialmente nos períodos quentes dos climas úmidos. Assim há maior troca do ar interno pelo externo, e quanto mais frequente for a troca melhor será o conforto do ambiente interno. (figura 10)

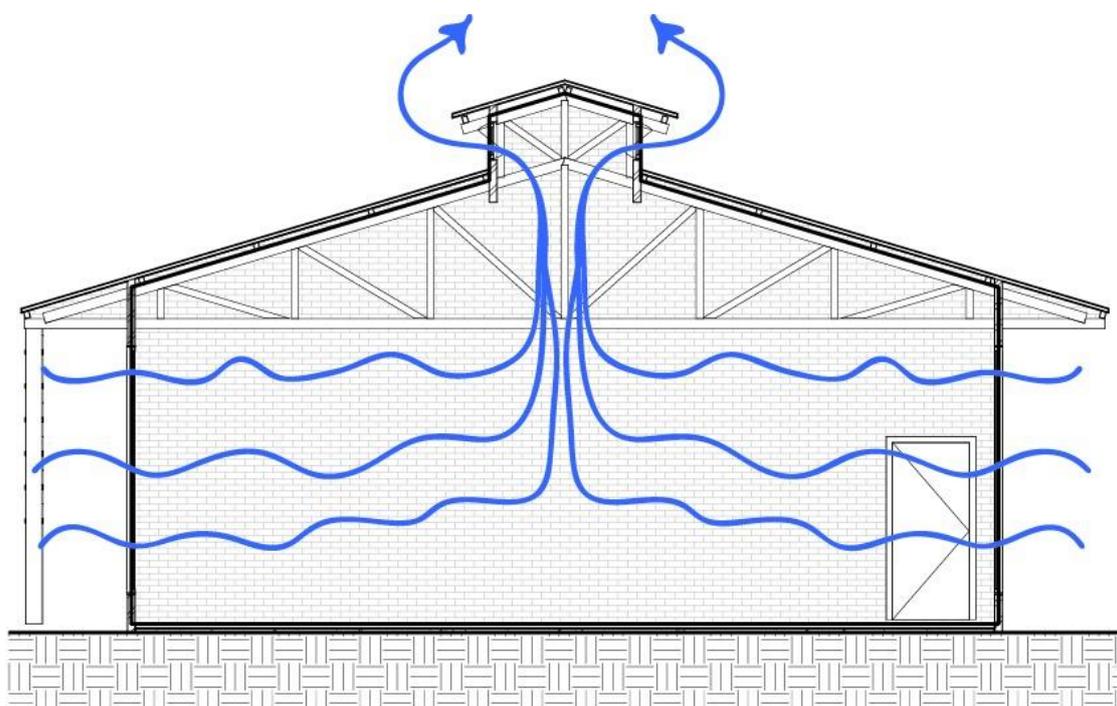


Figura 10: Efeito Chaminé

Para que se possa aproveitar o máximo possível da ventilação natural e realizar a condução do ar quente resultante do aquecimento da cobertura, que é o principal fechamento condutor de temperatura para dentro do ambiente, o ar interno deve ser renovando continuamente preservando a temperatura mais próxima possível da desejável, como cita Hertz (2003):

O aspecto mais importante desta técnica é sua capacidade de diminuir a temperatura da estrutura, ou seja, baixar a temperatura dos elementos arquitetônicos que formam o ambiente. Em decorrência dessa queda, o corpo humano pode perder calor para a estrutura por radiação. Isso é importante em relação à sensação de conforto, porque modifica a temperatura aparente, que muitas vezes é mais importante que a real. (HERTZ, 2003, p. 88).

O sistema foi pensado a fim de bloquear a radiação solar principalmente nos dias de calor, regulando a temperatura interna e proporcionando um melhor conforto às aves, reduzindo a necessidade de sistemas de aquecimento e resfriamento que demandem de energia elétrica, diminuindo o consumo e racionalizando a produção.

O aviário possui dimensões de 15 metros de largura, 150 metros de comprimento, totalizando 2.250m² e pé-direito de 2,60 metros, tendo sua parte construtiva em alvenaria com as tesouras em madeira, com os fechamentos com lona em polietileno de enrolar, como no aviário convencional, a edificação conta com auxílio na ventilação de 10 ventiladores conforme especificações (anexo 2). O sistema de iluminação conta com 56 lâmpadas incandescentes, como no modelo convencional, através das (figuras 11,12 e 13). O brise está localizado na fachada norte onde é maior a incidência solar, com isso diminuindo a temperatura interna e reduzindo o consumo energético. Foi proposto a troca do telhado pela telha termo acústica em aço e isopor. Foi realizada uma abertura superior na cobertura para a realização do efeito chaminé dentro da edificação realizando um sistema de ventilação cruzada natural que proporcione um melhor conforto térmico e diminua a condução de radiação solar para dentro do ambiente. Foi desenvolvido um sistema de captação de ar através de aberturas opostas que incida diretamente no interior do ambiente, e um sistema de abertura superior que realize a troca do ar retirando o ar quente do ambiente, que se dá principalmente através da condução do aquecimento da cobertura.

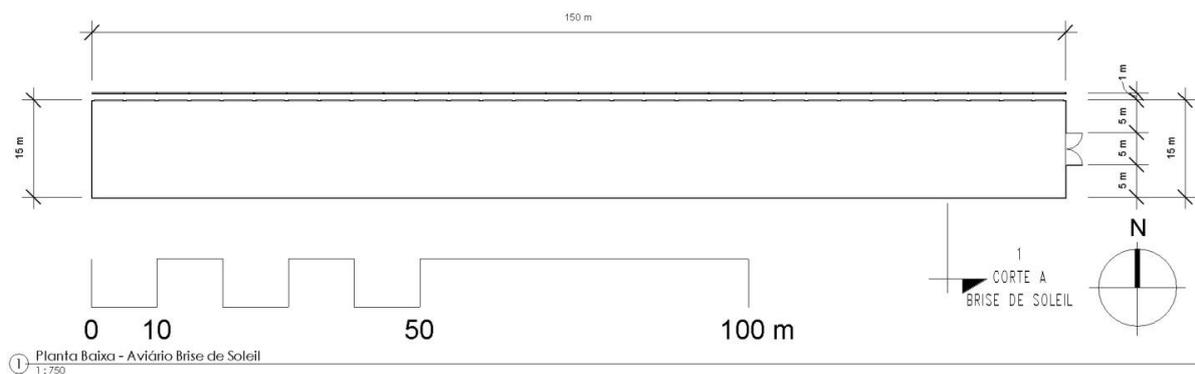


Figura 11: Projeto proposto. (planta baixa)

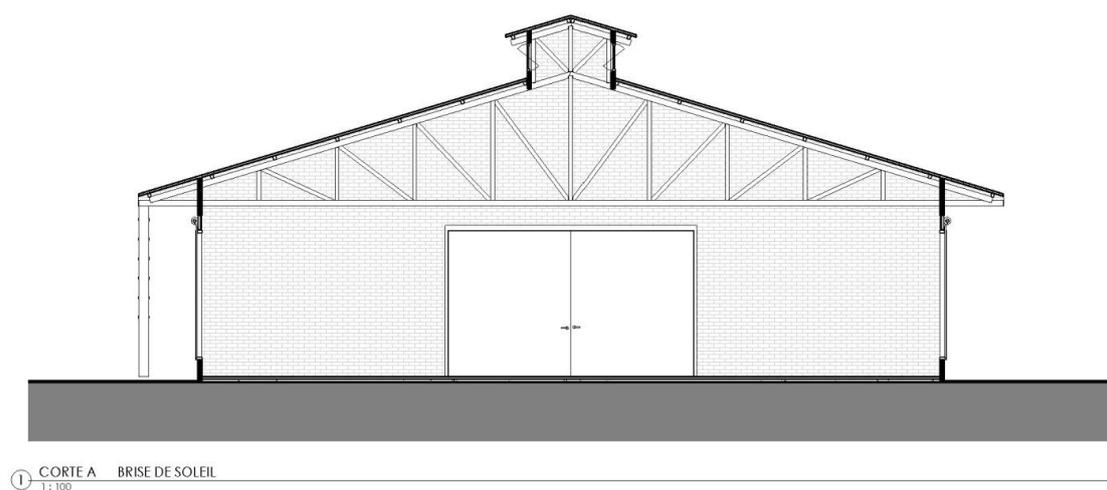


Figura 12: Projeto proposto. (corte)

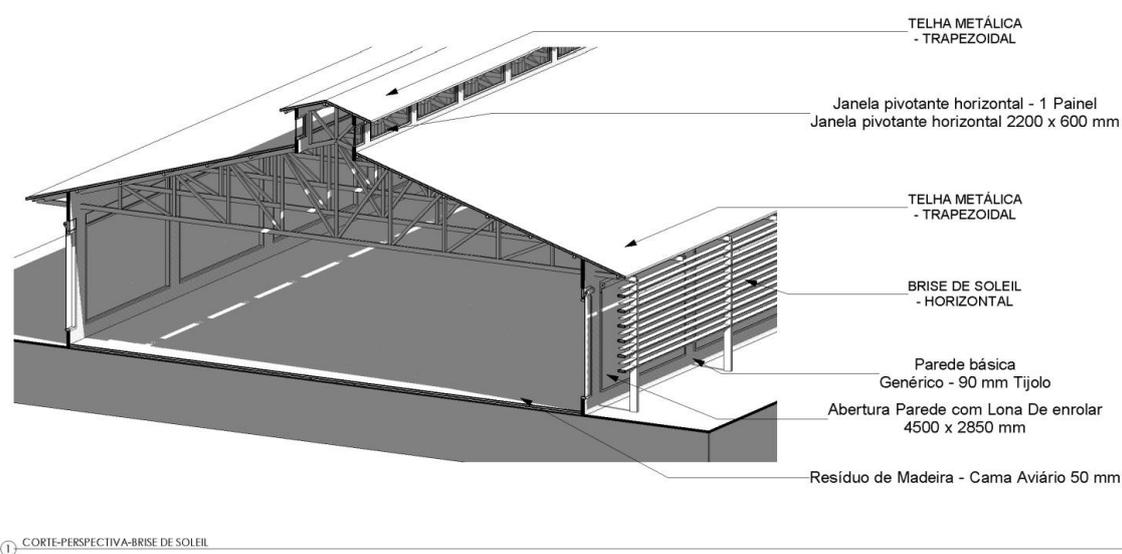


Figura 13: Projeto proposto. (corte perspectivado)

Segundo Hertz (2003) as pressões negativas que são as chaminés forçam o ar quente subir por convecção, produzindo uma queda de pressão interna e fazendo com

que o ar externo, de menor temperatura, entre no ambiente enquanto o ar interno mais quente escape pelo teto.

Conforme observado o modelo proposto para o estudo, sofreu alterações pontuais para o melhoramento do conforto ambiental do aviário, ações que visam diminuir a condução da radiação para dentro do ambiente em dias quentes, e de ventilação para trocar o ar interno da edificação com mais eficiência.

3.4.3. Modelo *Dark House*

O modelo *dark house* foi montado de acordo com modelo que é utilizado no mercado, possui dimensões de 15 metros de largura, 150 metros de comprimento, totalizando 2.250m² e pé-direito de 2,60 metros, sendo sua parte construtiva em alvenaria e a estrutura da cobertura em madeira, com os fechamentos com lonas fixas em polietileno e cobertura com telha metálica trapezoidal. O forro é feito por lona plástica na cor preta para bloquear a entrada da luz natural, deixando o ambiente escuro sendo a iluminação realizada artificialmente, podendo assim ser controlada (figuras 14,15 e 16).

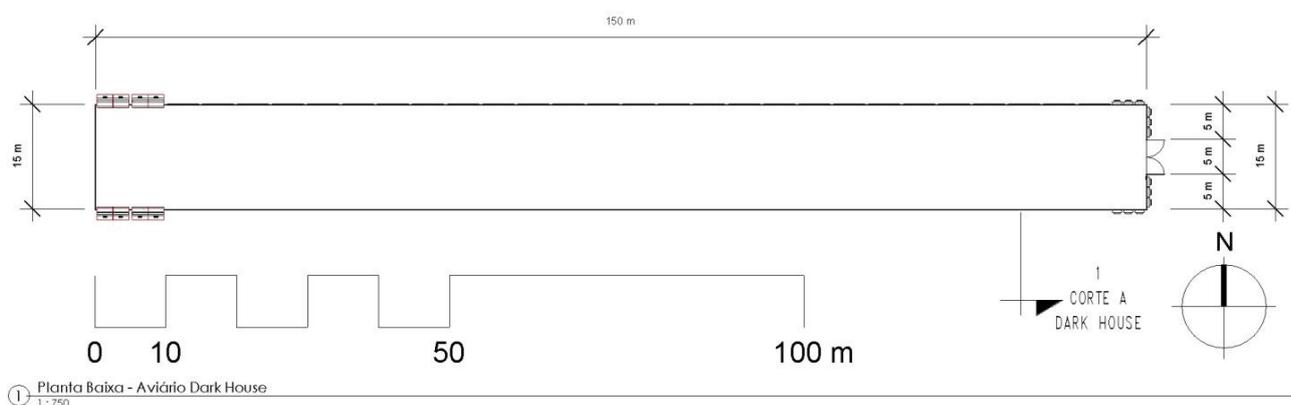


Figura 14: Sistema *Dark House*. (planta baixa)

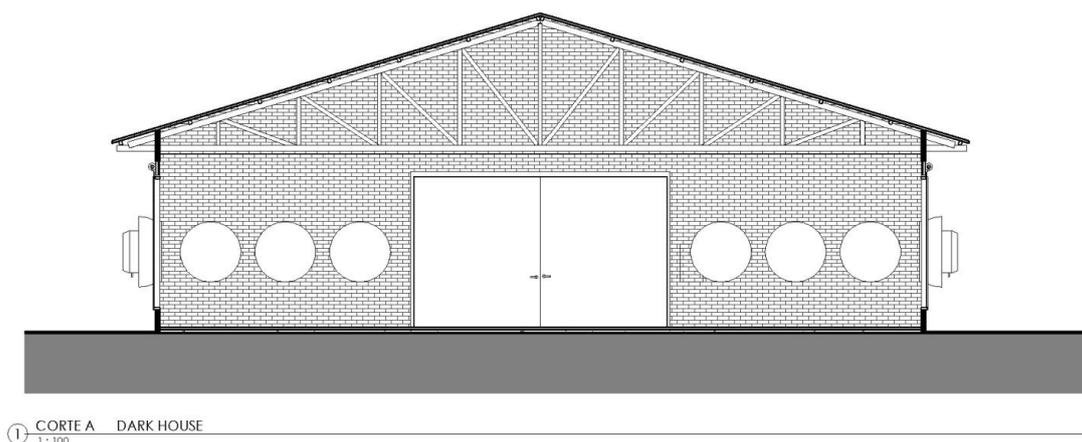


Figura 15: Sistema *Dark House*. (corte)

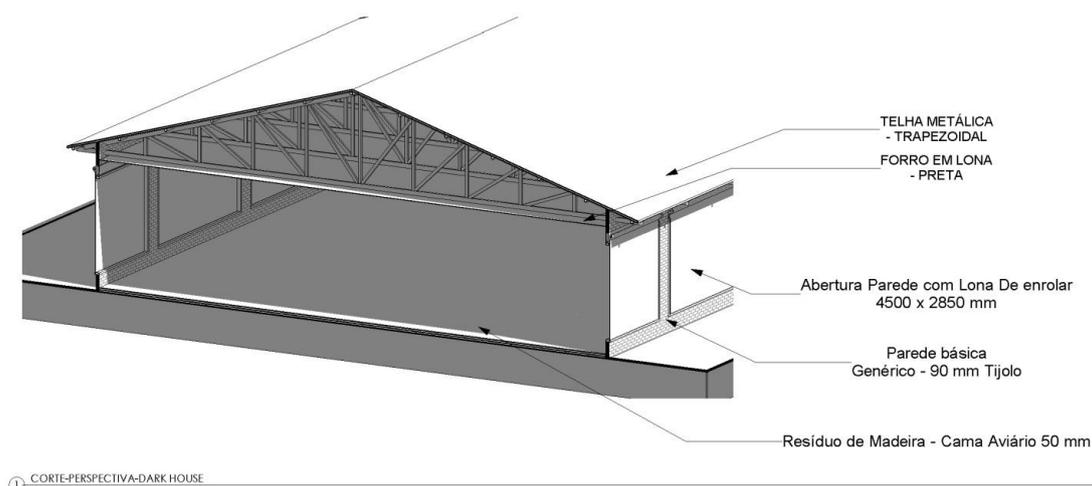


Figura 16: Sistema *Dark House*. (corte perspectivado)

De acordo com Abreu e Abreu (2011) o sistema utiliza nas vedações laterais cortinas de vedação, com o objetivo de não permitir entrada de ar, buscando uma maior eficiência do sistema de exaustão. As cortinas utilizadas são em polietileno preto do lado interno e reflexiva do lado externo. Esse sistema tem como objetivo um maior controle da iluminação e das condições térmicas no interior do aviário. O sistema de iluminação se dá por lâmpadas incandescentes como nos modelos anteriores foram utilizadas 56 lâmpadas. O programa de luz tem uma programação de 16 horas de luz diária, não se optou pelo uso da luz contínua pois segundo Renden et al. (1992 apud MORAES, 2006), não foram encontrados diferença de desempenho de produtividade de aves submetidas a um tratamento de 16 horas de luz e 8 horas no escuro, quando comparadas com programas de 23 horas de luz e 1 hora no escuro.

O sistema operacional de ventilação caracteriza-se pela utilização de 12 exaustores (anexo 1) em pressão negativa. O sistema de resfriamento é realizado por resfriadores evaporativos ou *pad cooling*, sendo equipamentos normalmente aplicados para o controle de temperatura e umidade relativa interna, proporcionando maiores níveis de produção, porém sem diminuir a densidade do aviário nos períodos quentes. O sistema *pad cooling* (Figura 17) consiste na utilização de uma cortina de água sobre um painel instalado nas entradas de ar do aviário, proporcionando alteração nos níveis de umidade relativa do ar interior (NASCIMENTO, 2011).

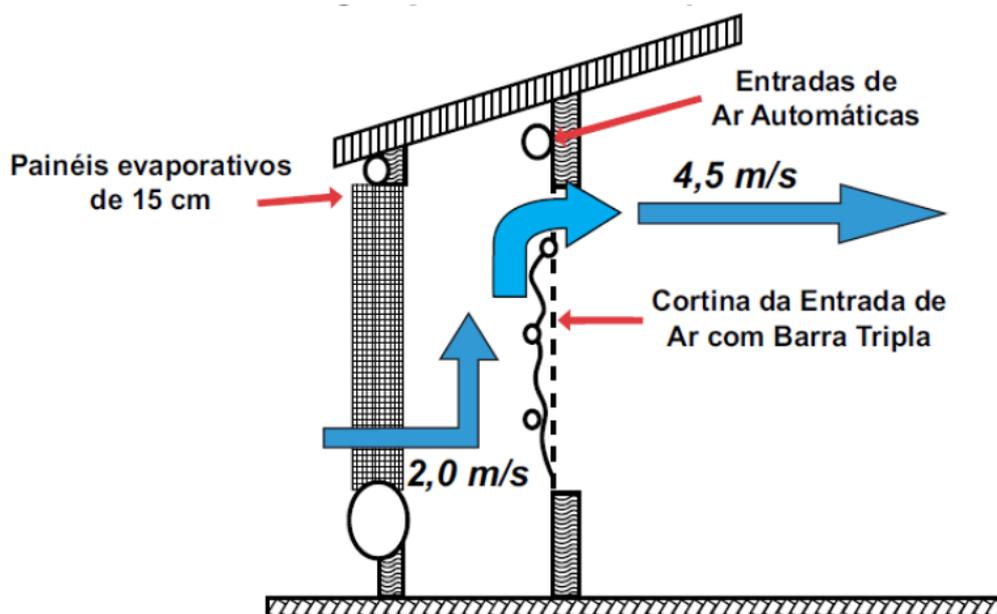


Figura 17: Detalhe sistema pad coolings, utilizado no aviário *dark house*.
(Fonte: COBB-VANTRESS, 2008)

Para Donald (1996), o *pad coolings* (figura 18) pode ser definido como controlador de calor, que possui o objetivo de promover o resfriamento do ar. Esse sistema pode ser considerado como uma estratégia para o gerenciamento do microclima interno ao proporcionar custos de condicionamento do ar na avicultura industrial inferiores à sistemas tradicionais de climatização.



Figura 18: Detalhe sistema pad coolings, em um aviário *dark house*.
(Fonte: COBB-VANTRESS, 2008)

Para uma maior eficiência do modelo deve-se bloquear totalmente a luz natural no ambiente interno, e a ventilação deve ser mecânica com exaustores na face oposta da entrada de ar no sistema tipo túnel negativo (figura 19).

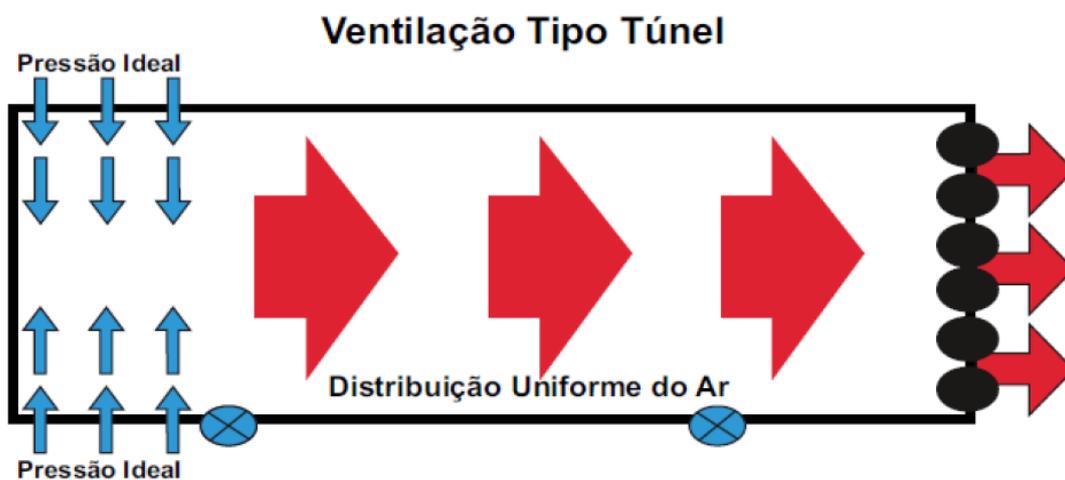


Figura 19: Sistema ventilação túnel de vento. (aviário *dark house*)
(Fonte: COBB-VANTRESS, 2008)

Segundo Costa (2008), o sistema *dark house* terá um perfeito desempenho através de um correto programa de luz e sistema de ventilação, com nenhuma adaptação ao modelo, portanto o melhor desempenho da tecnologia se dará com a implantação fiel do sistema.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados resultados e aplicações de eficiência energética dos aviários convencional aberto, o sistema proposto para o estudo com brises e ventilação cruzada, e o sistema *dark house*. Os dados apresentados a seguir são fornecidos pelo software *Green Building Studio* que faz uma análise completa da edificação durante o período de um ano.

4.1. Análise de incidência de ventilação e de temperaturas externas das edificações

Os dados da ventilação e temperatura são os mesmos para os três modelos, pois são realizadas as análises da mesma estação meteorológica, com isso as exposições ao vento e a temperatura são iguais para os três modelos.

4.1.1. Frequência anual dos ventos

De acordo com a distribuição das frequências dos ventos anual, a maior frequência em horas dos ventos se dá a orientação nordeste, sendo que a fachada sudoeste e nordeste recebem uma maior intensidade de ventos chegando à 28km/h. A fachada noroeste sofre pouca intensidade de ventos em quantidade de horas durante o ano, porém tem picos de velocidade do vento de até 35km/h (figura 20).

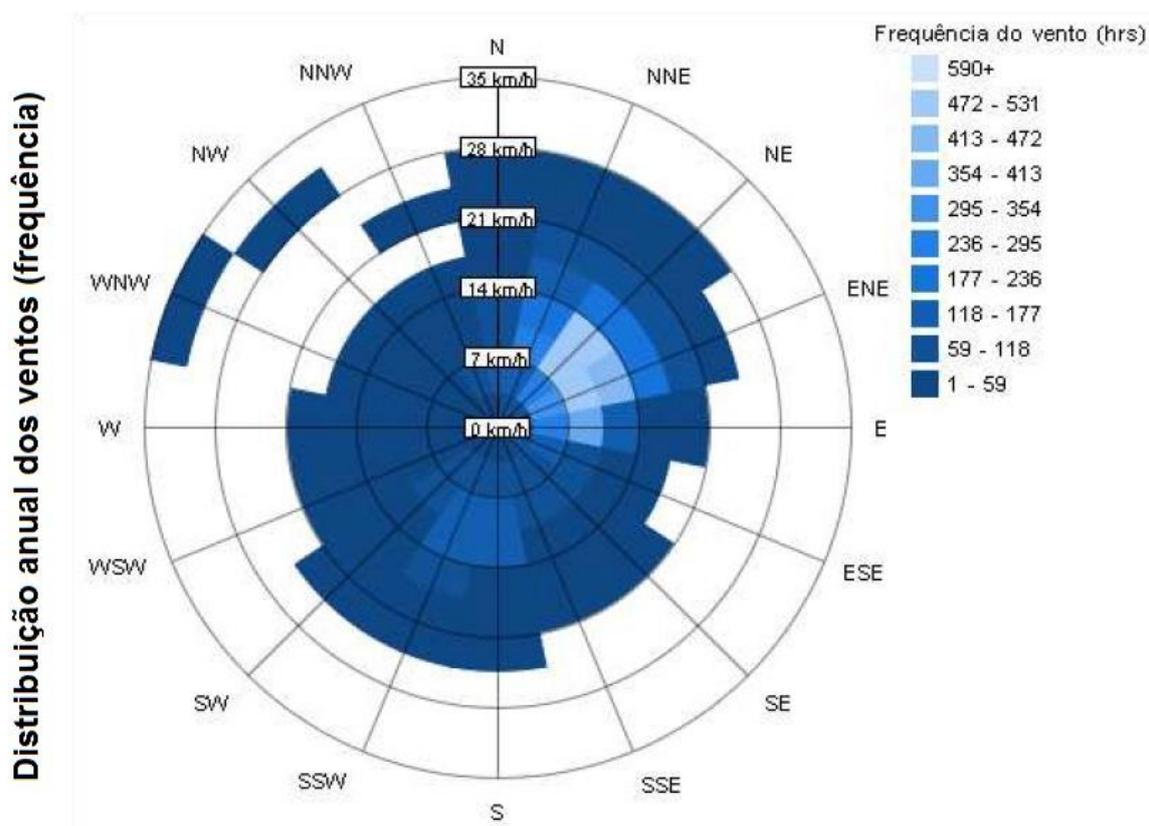


Figura 20: Frequência anual dos ventos da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados .

Quando a edificação é adaptada ao clima de sua inserção, torna o ambiente confortável, além de economizar energia. A análise de desempenho térmico de uma construção está diretamente ligada a resposta do projeto em relação as trocas térmicas entre a edificação e o ambiente externo, por isso as características das condições locais do ambiente de implantação do projeto proposto, é de fundamental importância para o desenvolvimento do estudo (SIQUEIRA, 2005).

4.1.2. Temperatura de bulbo seco e úmido

A temperatura de bulbo úmido é menor devido ao calor retirado para evaporar a água, e seu resfriamento é em decorrência da secura do ar, portanto quanto mais seco o ar, maior será o resfriamento. Desta forma quanto maior a diferença da temperatura entre eles, menor será a umidade relativa do ar, e quanto menor a diferença maior será a umidade relativa do ar (GRIMM, 1999).

O gráfico 1, demonstra a relação de bulbo seco e bulbo úmido, nas faixas de temperatura em relação quantidade de tempo em horas anuais em que as edificações

ficaram expostas, conforme o gráfico os níveis de umidade relativa do ar tem o melhor nível na faixa de 21°C, na qual é apresentada a menor diferença de temperatura entre bulbo úmido e bulbo seco.

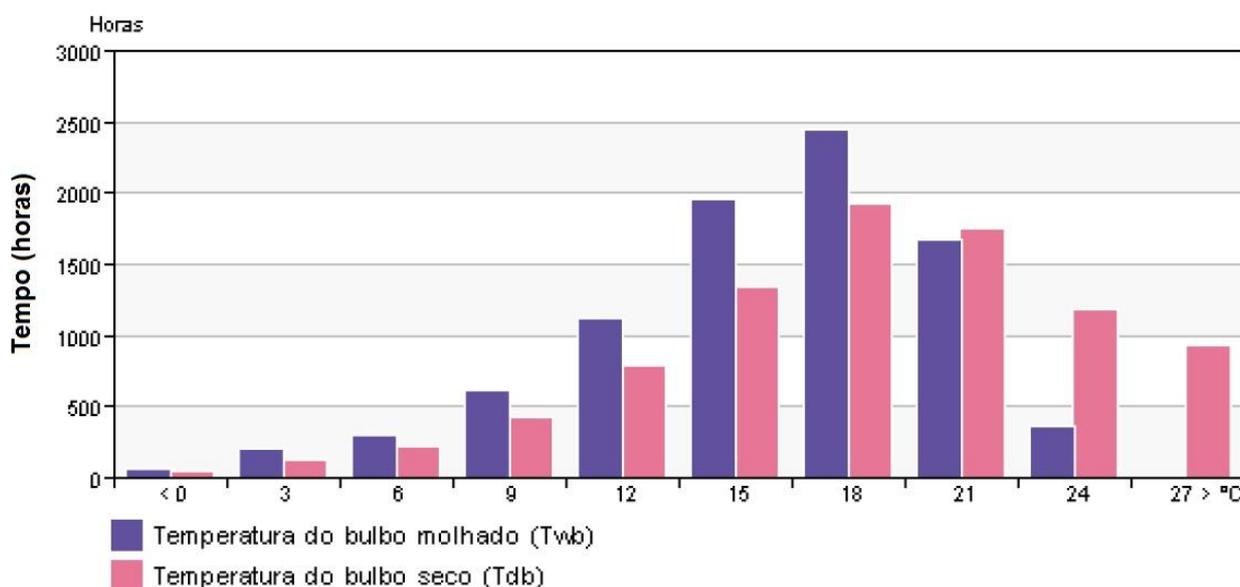


Gráfico 1: Faixa anual de temperatura (tempo), da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.

Segundo Tinôco (1998), um bom conforto térmico para aves na fase adulta fica na faixa entre 16°C a 23°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Contudo esses valores raramente são encontrados em condições de produção comercial, principalmente no inverno e verão, em que são encontradas temperaturas muito baixas e muito altas respectivamente. Valores acima da zona termoneutra podem acarretar em disfunções metabólicas, podendo resultar em uma queda de produção das aves.

4.1.3. Bulbo seco de aquecimento e resfriamento

No gráfico 2 são apresentados os dados mensais da média mínima e máxima da faixa de temperatura de bulbo seco de refrigeração e de aquecimento, bem como a faixa de média da temperatura do ar chamada de bulbo seco em cada mês do ano. Os níveis mais elevados se encontram nas estações da primavera e verão, que são os meses mais quentes do ano, e os níveis mais baixos no inverno e outono, que são os meses mais frios do ano.

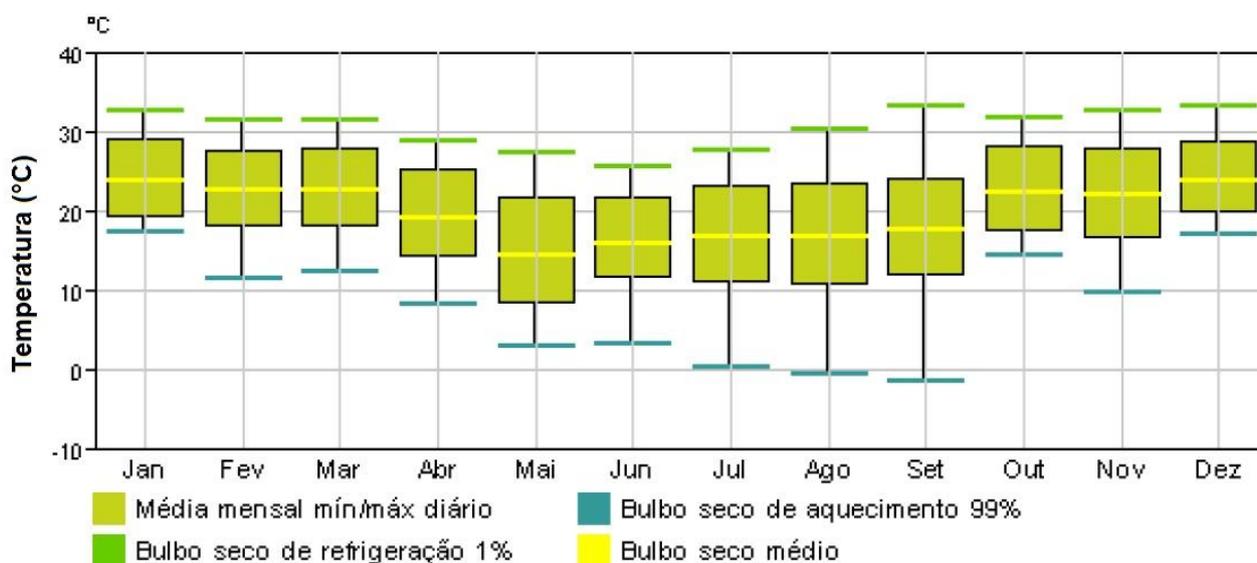


Gráfico 2: Dados mensais de bulbo seco, da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.

Há alguns anos a avicultura industrial começou a desenvolver edificações e tecnologias que possibilitam um melhor desempenho e conseqüentemente aumento da competitividade. Por isso os fatores ambientais são fundamentais e primordiais para um bom processo de criação. Os fatores térmicos, principalmente a temperatura e umidade relativa do ar, são os elementos que mais trazem impacto ao desenvolvimento dos animais, pois interferem na preservação da homeotermia, um princípio vital alcançado por meio de formação sensível e latente de perda de calor (OLIVEIRA, 2006).

4.1.4. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar – UR%, aponta o quanto o ar está próximo da saturação, ao invés de indicar a real quantidade de vapor d'água no ar (GRIMM, 1999). A seguir no gráfico 3, podemos observar os níveis de umidade mensal e as média da manhã e da tarde, na localização de implantação da edificação, observando-se que a umidade relativa do ar tem um média alta com os melhores níveis entre julho e dezembro, nos quais se aproximam mais de 70% de umidade relativa do ar.

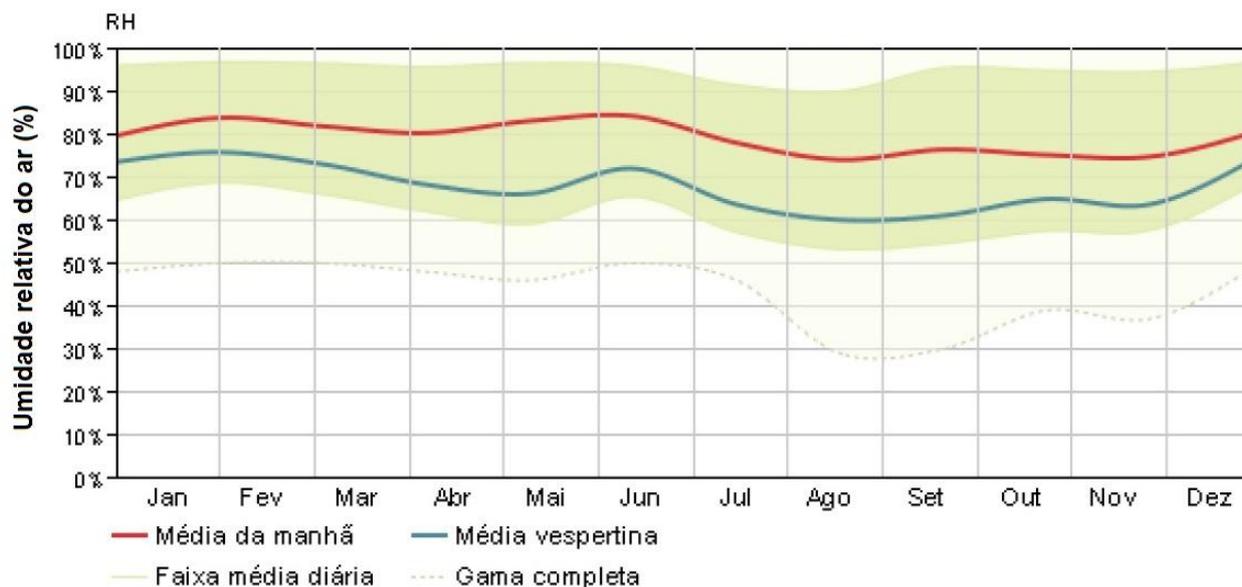


Gráfico 3: Dados anuais de umidade, da estação meteorológica, no local de implantação dos três modelos de aviários comparados.

Segundo North e Bell (1990) a umidade relativa do ar e temperatura, são responsáveis pela perda de temperatura sensível e latente do corpo. Com temperaturas abaixo de 21°C, as aves sofrem perdas sensíveis de temperatura por meio do processo de radiação, condução e convecção, já as temperaturas mais altas, eleva a perda de calor por evaporação, principalmente pelo sistema respiratório.

A temperatura e umidade relativa do ar, são diretamente ligados para que haja um bom conforto térmico das aves, já que em temperaturas muito altas (acima de 35°C), o principal fator de dissipação de temperatura das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (BAÊTA, SOUZA, 1997).

A resistência da aves em suportar altas temperaturas, é inversamente proporcional ao valor de umidade relativa do ar, quanto mais elevada a umidade relativa do ar, a ave vai ter mais dificuldade em dissipar o calor do corpo pelas vias aéreas, aumentando a velocidade de respiração. Todo esse esforço que o animal realiza para manter a homeotermia pode acarretar em modificações fisiológicas, comprometendo assim o desenvolvimento da ave (OLIVEIRA; DONZELE; ABREU; FERREIRA; CELLA, 2006).

4.2. Análise de consumo de energia e conforto térmico dos aviários de frango de corte

A seguir serão demonstrados dados gerados através da simulação gerada no software Green Building Studio, dos três modelos de projetos analisados.

4.2.1. Utilização e custo anual de energia dos aviários

Para obtenção dos resultados analisados foram especificados no software os materiais e suas especificações técnicas, bem como a necessidade de equipamentos elétricos de ventilação e iluminação. Esses equipamentos foram usados igualmente no modelo convencional aberto e o desenvolvido para o estudo. No o sistema dark house há necessita de uma demanda maior de energia, pois a iluminação e ventilação do aviário se dá na sua totalidade por equipamentos elétricos. A quantidade de aves e de geração de calor também foi o mesmos para os 3 modelos, havendo alterações dos modelos apenas nos elementos arquitetônicos que compões as edificações. O gráfico 4 demonstra os consumos energéticos das edificações durante o período de um ano.

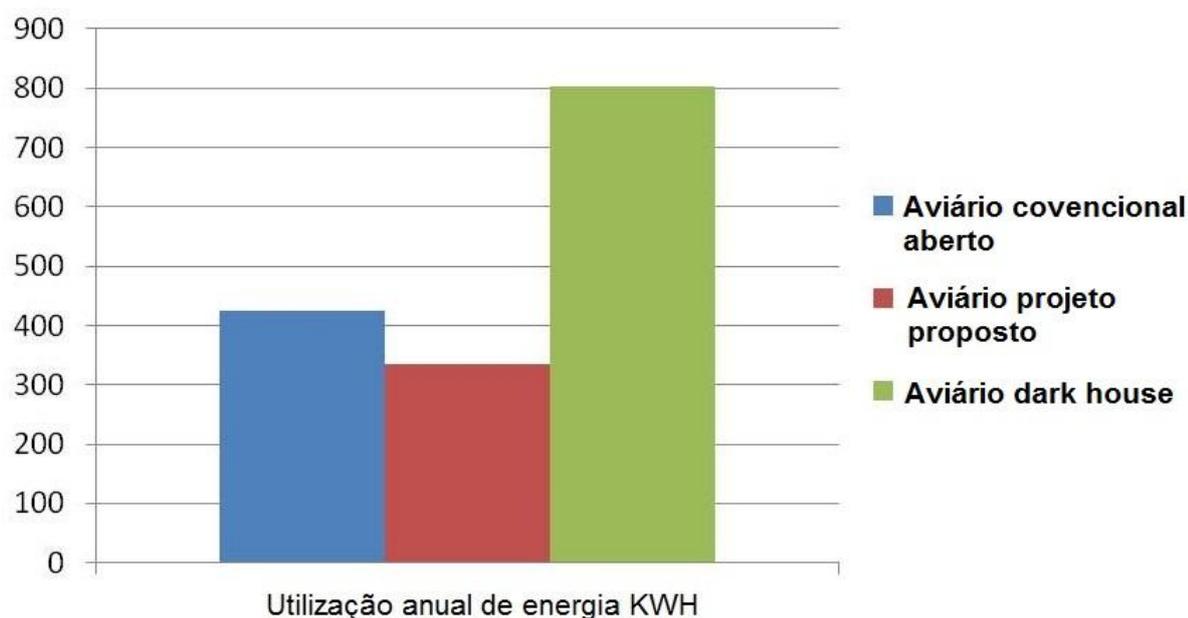


Gráfico 4: Utilização anual de energia, nos três modelos de aviários comparados.

Conforme observado no gráfico 4, o aviário convencional aberto consumiu 424,025 kWh, o modelo proposto para o estudo 335,136 kWh, e o aviário *dark house* 801,860 kWh. O sistema desenvolvido para o estudo demandou menos energia que os outros modelos, portanto o sistema com brises e ventilação cruzada mostrou-se 20,97%

mais eficiente que o modelo convencional aberto, e 58,21% mais eficiente que o *dark house*.

4.2.2. Utilização de energia elétrica nos aviários

No gráfico 5 são exibidos as análises de utilização de energia, analisados os gastos com aquecimento e ventilação (AVAC) e o gasto com iluminação e equipamentos diversos, que são utilizados na manutenção e manuseio da produção.

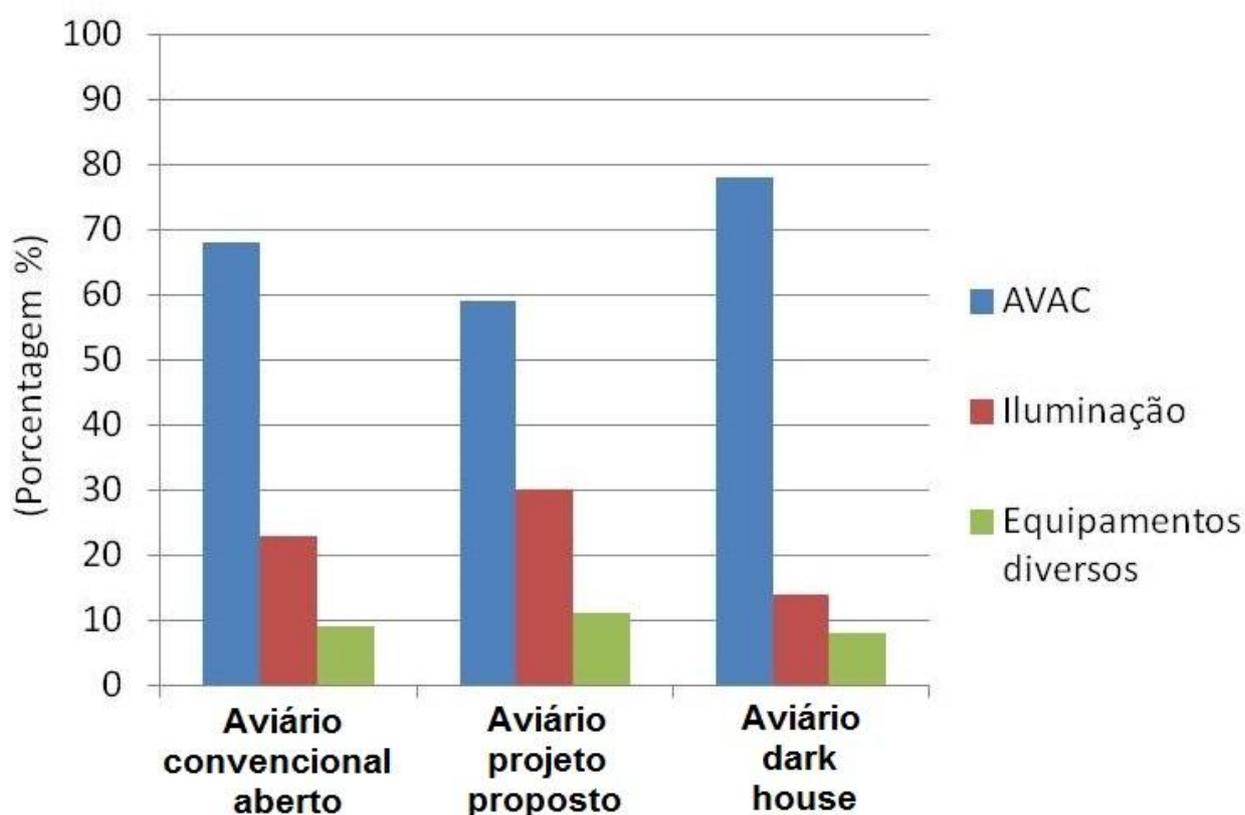


Gráfico 5: Utilização de energia elétrica, nos três modelos de aviários comparados.

O aviário convencional aberto tem 68% de seu gasto com o sistema (AVAC), demandando um total de 287,125 kWh. O sistema de iluminação corresponde a 23%, com um gasto de 99,554 kWh. E os equipamentos diversos totalizaram um consumo de 9% com gasto de 37,345 kWh.

O aviário proposto para o estudo tem 59% de seu gasto com o sistema (AVAC), demandando um total de 198,237 kWh. O sistema de iluminação corresponde a 30% com um gasto de 99,554 kWh. E os equipamentos diversos totalizaram um consumo de 11% com gastos de 37,345 kWh.

O aviário *dark house* tem 78% de seu gasto com o sistema (AVAC), demandando um total de 624,064 kWh, O sistema de iluminação corresponde a 14% com um gasto de 113,776 kWh. E os equipamentos diversos totalizaram um consumo de 8% com gastos de 64,020 kWh.

Obsevou-se que nos três modelos a grande demanda de gasto de energia elétrica foram nos sistemas de aquecimentos e ventilação, seguidos pelo sistema de iluminação artificial, e por fim equipamentos diversos que são utilizados rotineiramente no aviário. O modelo desenvolvido para o estudo se mostrou mais eficiente no consumo, porém obteve resultado similar ao do convencional aberto, utilizando menos os sistemas de ventilação e aquecimento, porém utilizando maior porcentagem de iluminação. O sistema *dark house* utilizou um alta demanda de sistema de ventilação, em virtude da mesma se dar por sistema de pressão negativa através de exaustores, que consomem uma quantidade elevada de eletricidade.

4.2.3. Carga mensal de aquecimento e refrigeração

Nos gráficos 6, 7 e 8, demonstram a demanda energética mensal para o aquecimento do ambiente interno, bem como os fatores de ganho e perda de calor da edificação, através dos materiais, equipamentos ou aberturas dos aviários .

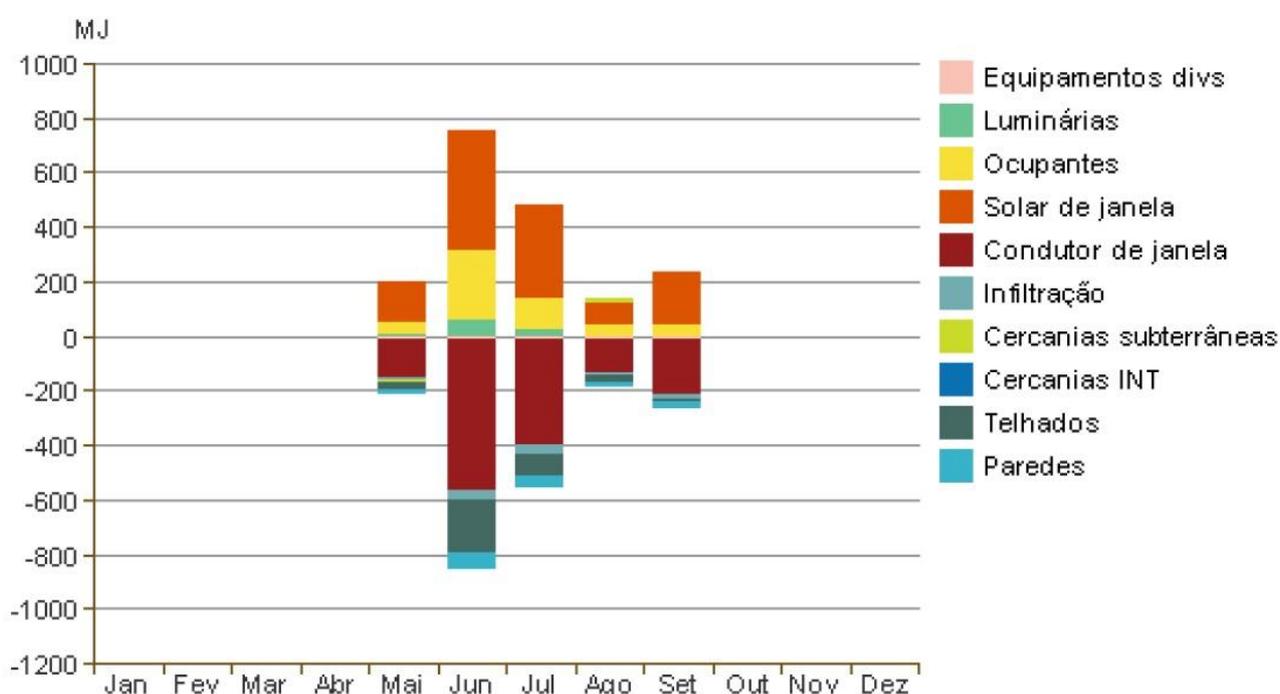


Gráfico 6: Carga mensal de aquecimento, aviário convencional aberto.

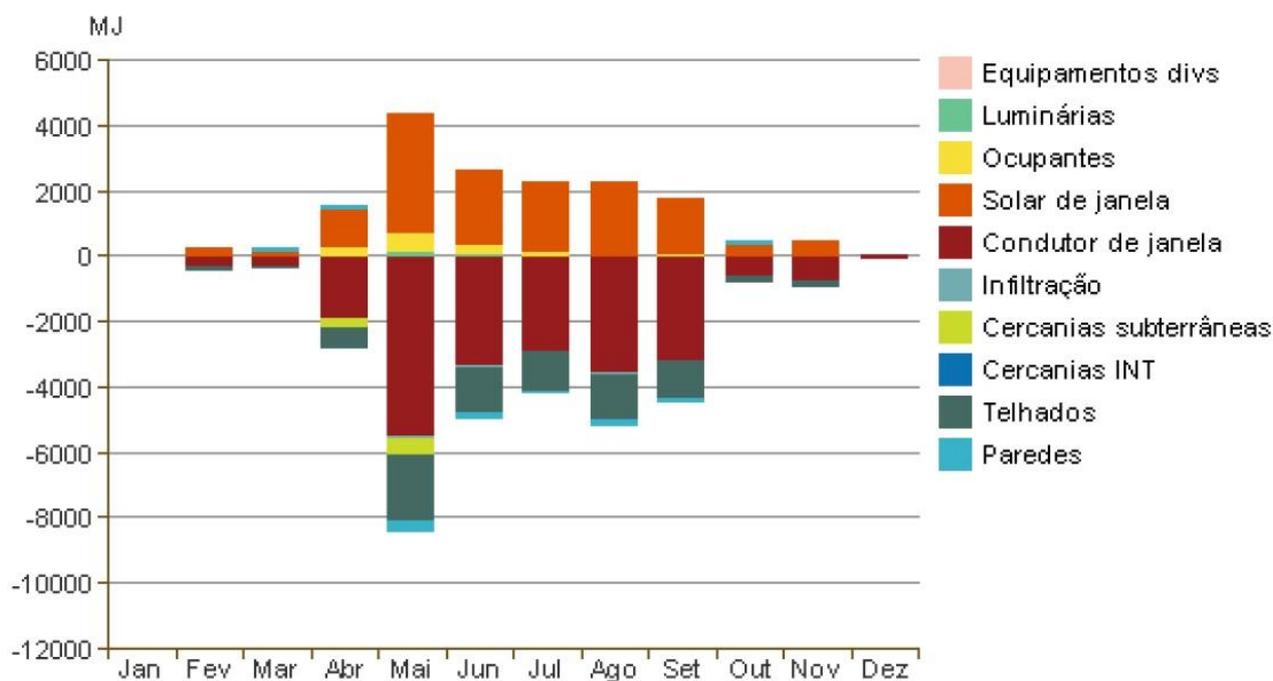


Gráfico 7: Carga mensal de aquecimento, aviário projeto proposto.

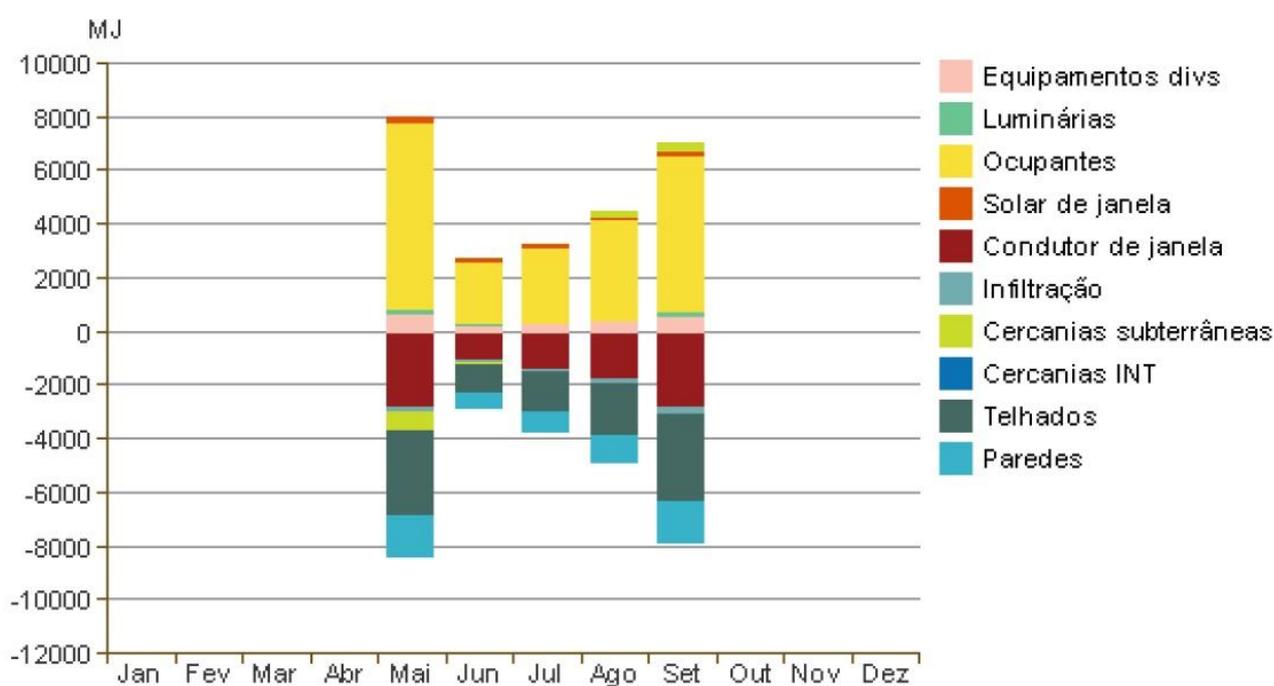


Gráfico 8: Carga mensal de aquecimento, aviário dark house.

Para as cargas mensais de aquecimento, Queiróz, Schimaniak, Santos e Grigoletti (2015) define que para a análise dos dados é necessário observar a demanda de aquecimento em cada modelo, caracterizado pelos ganhos e perdas de calor dos

elementos, tais como: iluminação, radiação solar, aberturas, coberturas e paredes, ocupantes, equipamentos diversos, entre outros.

No modelo convencional aberto e no sistema desenvolvido para o estudo os principais fatores causais do ganho de aquecimento interno são em virtude da radiação solar, proveniente das aberturas, e das aves. Já as causas de perda de calor são as paredes, cobertura e aberturas da edificação. No *dark house* o fator principal de ganho de aquecimento são as aves, e os fatores de perda se dão pelas lonas de fechamento, cobertura e paredes da edificação.

Nos gráficos 9, 10 e 11 demonstram a demanda energética mensal para o resfriamento do ambiente interno, bem como os elementos que mais consomem energia para regular o conforto térmico do ambiente.

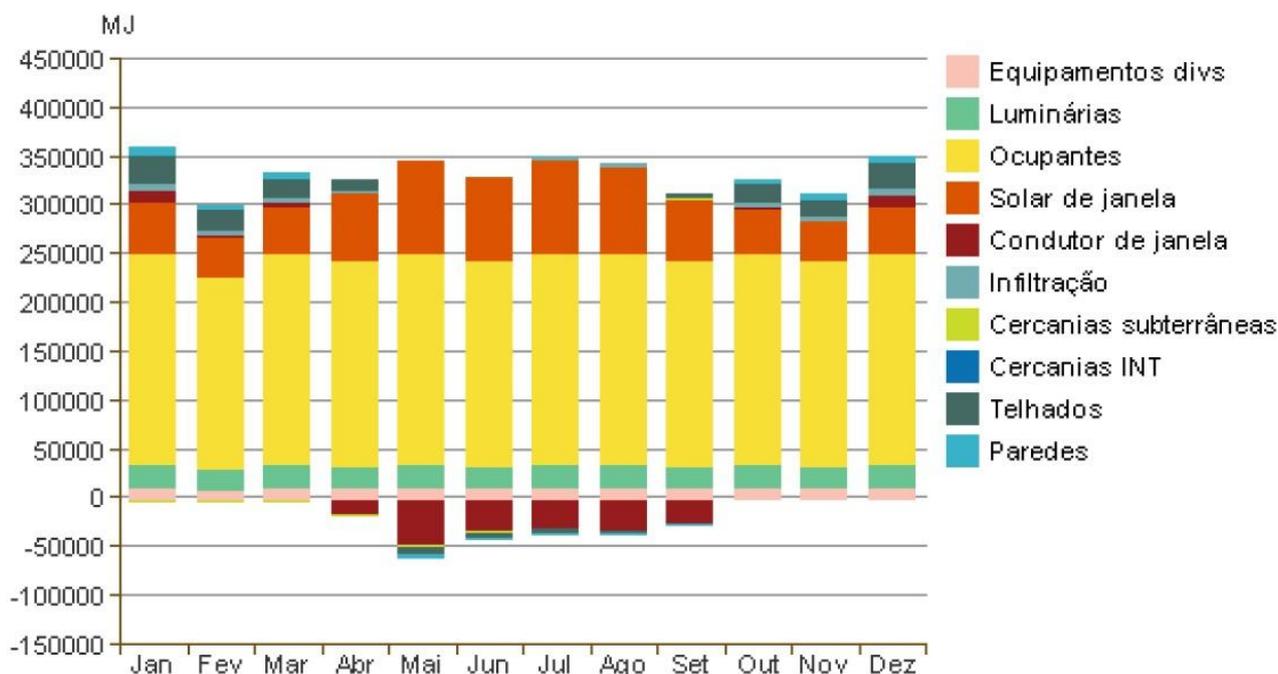


Gráfico 9: Carga mensal de resfriamento, aviário convencional aberto.

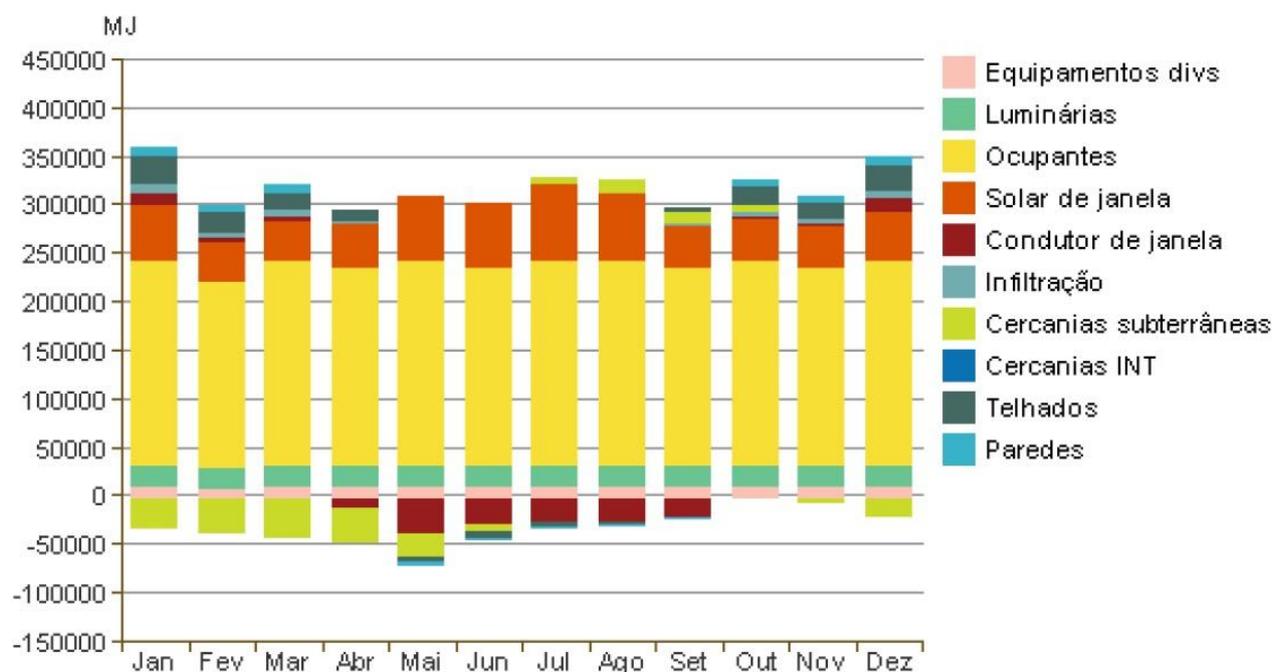


Gráfico 10: Carga mensal de resfriamento, aviário projeto proposto.

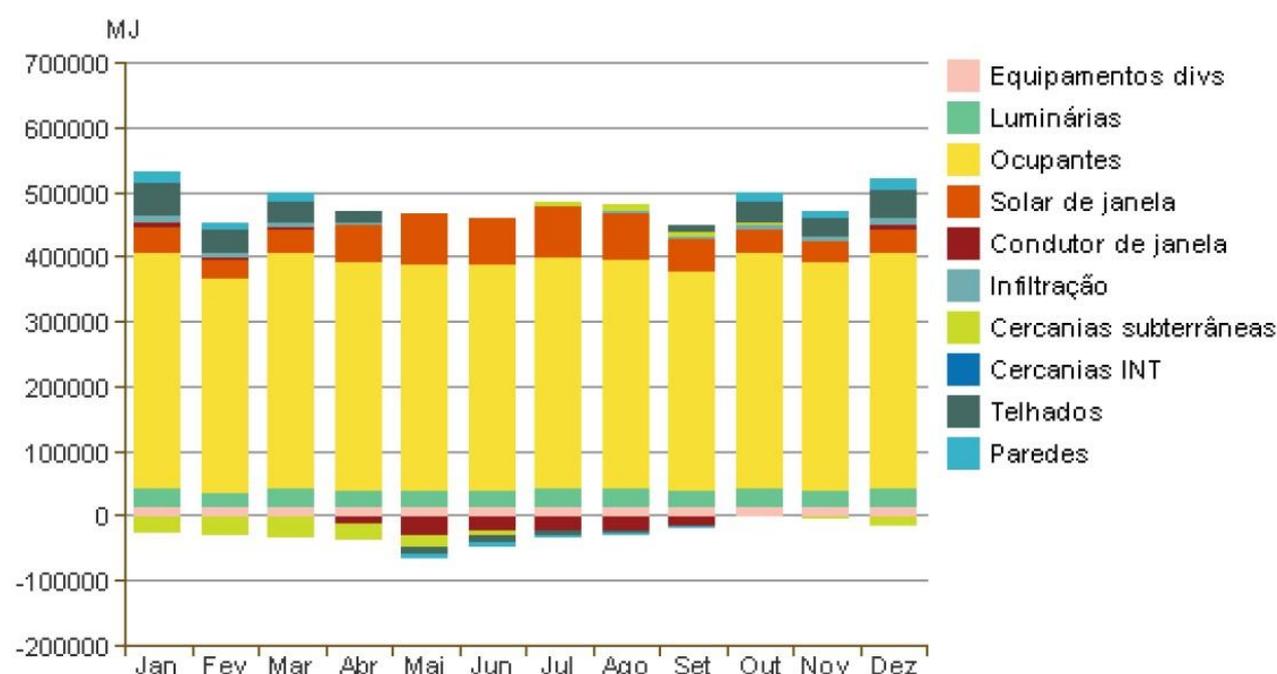


Gráfico 11: Carga mensal de resfriamento, aviário dark house.

Já nas cargas mensais de resfriamento, "ocorre o contrário com relação ao aquecimento: os valores mais expressivos para a diminuição da temperatura dos ambientes internos estão nos meses mais quentes do ano, quando ocorre o verão, entre dezembro e março". (QUEIRÓZ; SCHIMANIAK; SANTOS; GRIGOLETTI, 2015, p39).

Os resultados positivos representam demandas que precisam ser melhoradas e os negativos equilibram a necessidade de resfriamento.

Nos três modelos os principais fatores que demandam de resfriamento são as aves e as aberturas e fechamentos laterais, e o telhado das edificações.

4.2.4. Consumo simulado de consumo de eletricidade

No gráfico 12, expressa o consumo mensal de energia, durante o ano nos três modelos.

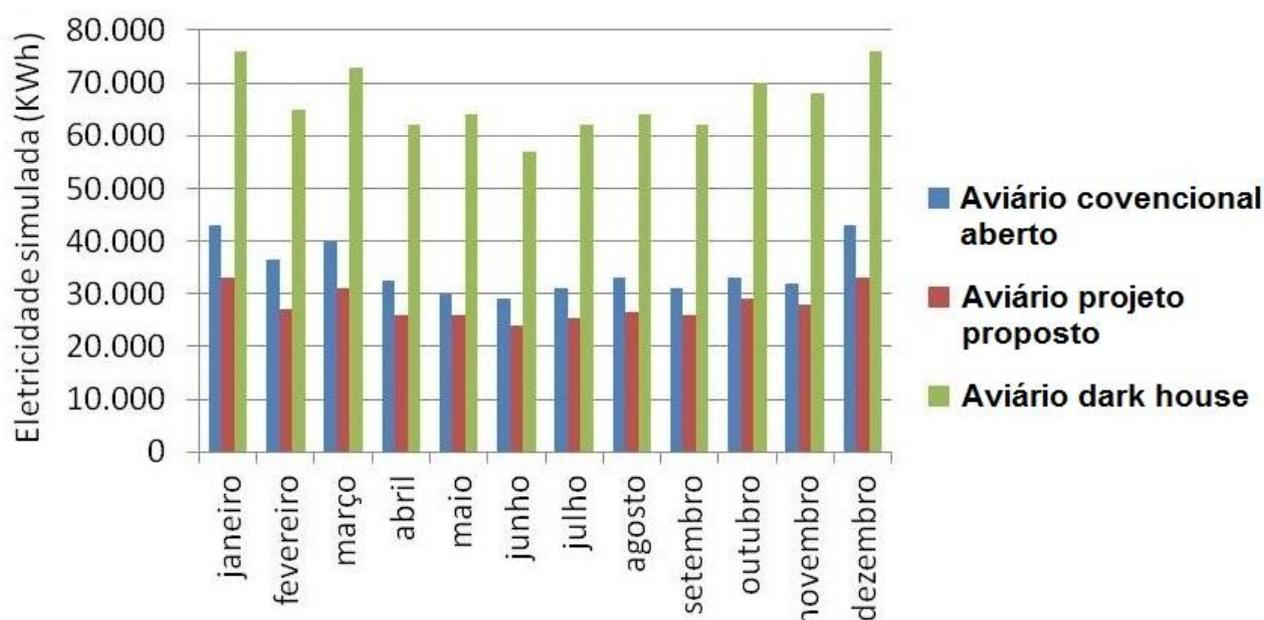


Gráfico 12: Consumo mensal de eletricidade simulada, nos três modelos de aviários comparados.

O modelo que mais consome energia em todos os meses do ano é o *dark house*, por ser um ambiente controlado e por ter sua iluminação e ventilação realizada por equipamentos elétricos, desta forma este modelo consome mais energia que os outros dois.

O modelo convencional aberto e o modelo desenvolvido para o estudo, apresentaram resultados mais semelhantes, pois os dois tem similaridade nos seus componentes. No entanto o modelo do projeto proposto demandou em média 20% menos energia em todos os meses do ano em relação ao modelo convencional aberto. Esse resultado se deve principalmente pela utilização do brise na fachada norte, bloqueando a radiação solar, e através do efeito chaminé minimizando a transmissão do calor pela cobertura, sendo assim um dos principais fatores de condução térmica.

4.2.5. Demanda simulada do pico de eletricidade dos aviários

Segundo Canever, Chiuchetta, Santos e Talamini (1998), o fornecimento de energia elétrica do aviário principalmente para aqueles municípios mais afastados das centrais de distribuição, geralmente não possuem energia de boa qualidade e nem sempre recebem o total da energia contratada. Por isso geralmente os aviários necessitam de um sistema complementar, aumentando o custo de produção e diminuindo a eficiência do sistema. O gráfico 13 demonstra a demanda mensal de pico de eletricidade.

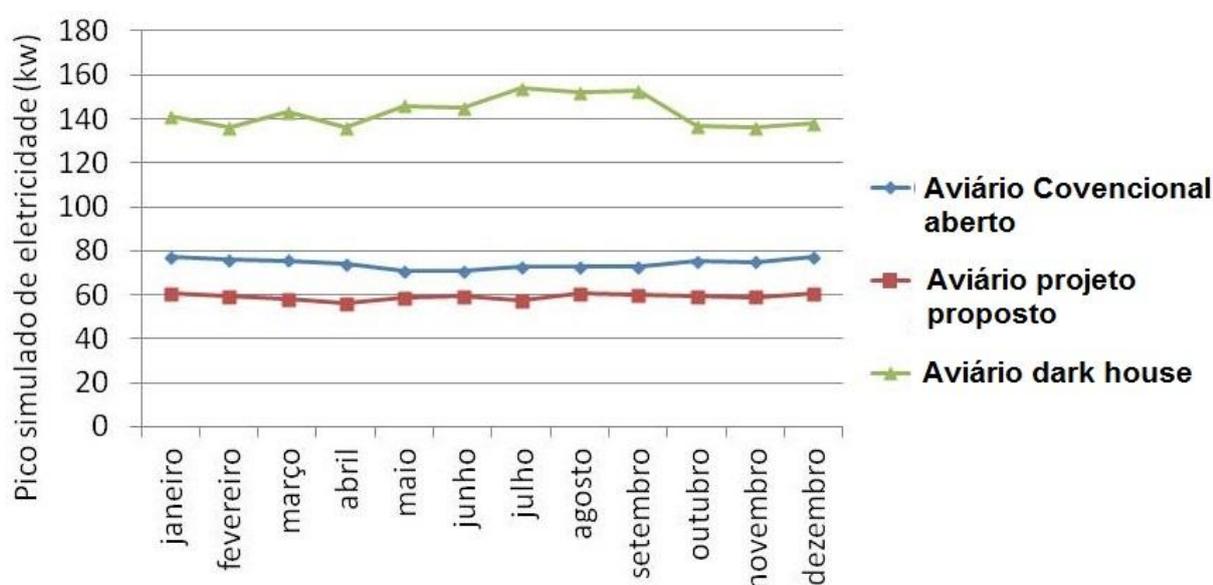


Gráfico 13: Demanda mensal de pico simulada, nos três modelos de aviários comparados.

O aviário *dark house*, tem uma demanda de pico de energia significativamente superior aos outros dois modelos, tornando o sistema mais dependente de alternativas complementares de geração de energia.

O projeto proposto se mostrou mais eficiente que o convencional aberto, e uma alternativa interessante uma vez que os aviários geralmente estão instalados na zona rural, no final da rede de distribuição, onde nem sempre chega a quantidade de energia contratada.

5. CONCLUSÕES

O estudo buscou comparar três modelos arquitetônicos de aviários de frango de corte. Dois modelos são os mais utilizados na região oeste do estado, o convencional aberto e o *dark house*, nos quais foram mantidas suas características construtivas. Foi desenvolvido um terceiro modelo denominado de projeto proposto para o estudo, adotando a utilização de materiais comuns na região, no qual foi proposto um sistema de brises para bloquear a radiação solar e um sistema de ventilação cruzada de efeito chaminé na cobertura.

O sistema de brises, demonstrou eficiência no bloqueio da radiação solar, uma vez que diminuiu a condução térmica no interior do ambiente. Mas o modelo proposto teve um consumo mais expressivo de iluminação artificial do que o modelo convencional aberto, isso se dá pela utilização do brise pois em dias nublados com baixa intensidade de luz natural o aviário necessita de auxílio maior na iluminação artificial do que o convencional aberto.

No estudo de ventilação, observou-se que o projeto proposto foi mais eficiente ao convencional e ao *dark house*, em virtude do efeito chaminé, realizando de melhor maneira o sistema de baixa pressão para que a troca de ar do ambiente fosse o mais eficiente possível, minimizando a condução térmica da cobertura, que é o principal fator de aquecimento do aviário.

Através da simulação computacional concluiu-se que os elementos construtivos, como os fechamentos laterais e a cobertura da edificação são os principais fatores responsáveis de perda e ganho de temperatura no aviário convencional aberto e no projeto proposto para o estudo. Por se tratar de um modelo totalmente fechado e por não depender exclusivamente do clima externo, no modelo *dark house* o maior responsável pela ganho térmico são as aves, e o principal fator de perda de calor são os fechamentos laterais e a cobertura da edificação.

Desta forma o sistema desenvolvido para o estudo foi 20,97% mais eficiente que o modelo aberto convencional e 58,21% mais eficiente do que o modelo *dark house*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **OS DESAFIOS DA AMBIÊNCIA SOBRE OS SISTEMAS DE AVES NO BRASIL**. Revista Brasileira de Zootecnia. v.40, p.1-14, 2011.
- ARADAS, M. E. C. **Avaliação do controle do ambiente em galpões de frangos de corte criados em alta densidade**. Campinas. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2001.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.
- BEDIN, J, **Avaliação do consumo energético em aviários dark house, com e sem isolamento térmico: um estudo de caso na região de Palotina, Paraná**. Cascavel: UNIOESTE, 2015.
- BELAY, T., TEETER, R. G. 1993. **Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure**. Disponível em <<http://ps.oxfordjournals.org/content/72/1/116.short>>, acessado em 02/11/2015.
- BIANCHI. M. V. A. **Conforto Térmico de Frangos de Corte**. 2013 Disponível em <http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/conforto-termico-de-frangos-de-corte-por-marcus-v-a-bianchi20130625092325_J_823>acessado em 25/07/2017.
- BIANCHI, Marcus V. A. **Velocidade do ar e isolamento térmico de galpões de frango de corte não são independentes**. Avicultura industrial, 2016. disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/comentario%20ADavicola/velocidade%20ADdo%20ADar%20ADe%20ADisolamento%20ADtermico%20ADde%20ADgalpoes%20ADde%20ADfrango%20ADde%20ADcorte%20ADnao%20ADSao%20ADindependentes%E2%80%A6>>acessado em 29/05/2017.
- BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural**. 2002. 146 f. Tese (.Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu. 2002.
- BUENO, L ; ROSSI L. A. **Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.10, n.2, p.497–504, 2006.
- BRITO, J, A, G. **Aspectos práticos de um programa de luz para frangos de corte**. Engormix, . 01-03, janeiro. 2008 . Disponível em <<https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/programa-de-luz-frangos-de-cortet36720.htm>>, acessado em 06/02/2018.
- CAMPOS, Alessandro Torres; CAMPOS, Aloísio Torres de. **Balances energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas**. Cienc. Rural vol.34 no.6 Santa Maria Nov./Dec. 2004.

CANEVER, D, M; CHIUCHETTA, O; SANTOS, J, I; TALAMINI, D, J,D. **Mudanças tecnológicas na avicultura de corte: implicações sócio-econômicas.** Revista de Política Agrícola – Ano VII – Nº 01 –1998. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/198/162>>.

CARVALHO, Thayla Morandi Ridolfi De; MOURA, Daniella Jorge De ; SOUZA, Zigomar Menezes De. **Influência da ventilação mínima no ambiente térmico e aéreo na fase de aquecimento para frangos de corte.** Universidade Estadual De Campinas 2010.

CARVALHO, C. da C. S.; SANTOS, T. C dos; SILVA, G. C. da; SANTOS, L. V.; MOREIRA, S. J. M.; BOTELHO, L. F. R. **Conforto térmico animal e humano em galpões de frangos de corte no semiárido mineiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, p.769-773, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000700015>>.

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 Agrônômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu. 2009.

COBB-VANTRESS.COM. **Manual de Manejo de Frangos de Corte,** 2008. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simas. **Em busca de uma arquitetura sustentável.** Rio de Janeiro, Ed. Revan, 2ª ed., 2011.

COSTA, Luciana, Correia do Nascimento. **Aproveitamento da ventilação natural nas habitações: um estudo de caso na cidade de Aracaju-SE.** Universidade de São Paulo, 2009.

COSTA, R.B. [2008]. **Dark House:** mais barato que o convencional. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/dark-house-mais-barato-que-o-convencional/20080305-133508-3686>> Acesso em: 02/01/2018.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. *Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto.* In: **ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 3., 2007, Porto Alegre. Anais eletrônicos... Porto Alegre: TIC, 2007. Disponível em: <<http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/artigos/A1085.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2014.

CURI, Thayla, Morandi, Ridolfi de Carvalho; CONTI, Dante; VERCELLINO, Rimena do Amaral; MASSARI, Juliana Maria; MOURA, Daniella Jorge de; SOUZA, Zigomar Menezes de; Montanari, Rafael; **Positioning of sensors for control of ventilation systems in broiler houses: a case study.** Scientia Agrícola . v.74, n.2, p.101-109, March/April 2017.

DONALD, J., **Considerações Básicas sobre Ventilação em Galpões de Integração de Aves**. Circular ANR, 1996.

DESPOTOVIC, V, N. DESPOTOVIC, D. CVETANOVIC, S .**Review and statistical analysis of different global solar radiation sunshine models Milan**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 52 . 2015.

EREC, Sven Teske, Greenpeace Internacional; e Arthouros Zervos,Christine Lins e Josche Muth, Conselho Europeu de Energia Renovável. **Revolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo**. São Paulo, Ed. Pigma, 2010.

FERRAZ, Patrícia F. P; YANAGI, Tadayuki Junior; Ferraz, Gabriel A. e S; SCHIASSI, Leonardo; CAMPOS, Alessandro T. **Spatial variability of enthalpy in broiler house during the heating phase**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.20, n.6, p.570-575, 2016.

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

GARROCHO, J. S. **Luz Natural e Projeto de Arquitetura: Estratégias de Iluminação Zenital em Centros de Compras**. Brasília: UNB – Universidade de Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/luz%20natural%20e%20projeto.pdf>>. Acesso em 22 de Mar. 2017.

GRILLO, José Carlos Soares. **REABILITAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIO PÚBLICO MODERNO: O CASO DO PALÁCIO ITAMARATY**. Universidade de Brasília, Dezembro de 2005.

GRIMM, Alice Marlene. **Meteorologia Básica – Notas de aula: Prof. Alice Marlene Grimm. Primeira versão eletrônica – setembro 1999**. Departamento de física UFPR. Disciplina Básica da Universidade Federal do Paraná. <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap5/cap5-5.html>> Acesso em: 21 de julho de 2017.

GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

HERTZ, J. **Ecotécnicas em Arquitetura: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil**. São Paulo. Pioneira Thomson Learning, 2003.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY IEA. Daylight in Buildings: A Source Book On Daylighting Systems And Components: A Report Of Iea Task 21/Ecbs. Annex 29, jul, 2000.

LAMBERTS, R. DUTRA, L. PEREIRA, F, O, R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo. Pro Livros, 2004.

LANA, G.R.Q. **Avicultura**. Pernambuco: Livraria e Editora Rural, 2000.

LOPES, Jackelline Cristina Ost; RIBEIRO, Mabel Nery; LIMA, Vânia Batista de Sousa. **Estresse por calor em frangos de corte**. Nutritime Revista Eletrônica, on-line, Viçosa, v.12, n.6, p.4478-4487, nov/dez, 2015.

MASCARELLO, V. L. D. **Princípios Bioclimáticos e Princípios de Arquitetura Moderna: Evidências no Edifício Hospitalar**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MASCARÓ, R. L. **Energia na edificação: estratégia para minimizar o consumo**. São Paulo. Projeto editores associados LTDA, 1991.

MENDES, Angélica Signor; REFFATI, Rosana; RESTELATTO, Rasiel; PAIXÃO, Sandro José. **VISÃO E ILUMINAÇÃO NA AVICULTURA MODERNA**. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.16, n.1-4, p.05-13, jan-dez, 2010

MENDES, N.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R.; CUNHA NETO, J. A. B. **Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 47-68, out./dez. 2005.

MICHAEL, A., PHILOKYPROU, M., ARGYROU, C. **Documentation and evaluation of the positive contribution of natural ventilation in the rural vernacular architecture of Cyprus**. (2014) Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 8740, pp. 310-320. Cited 1 time.

MORAES, Douglas Teixeira. Efeitos dos programas de luz sobre o desempenho, rendimento de abate, aspectos econômicos e resposta imunológica em frangos de corte. **Dissertação de mestrado**. Belo Horizonte. Mar - 2006.

NASCIMENTO, L. A. B. **Análise energética na avicultura de corte: Estudo de viabilidade econômica para um sistema de geração de energia elétrica eólico-fotovoltaico conectado a rede**. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011

NEUFERT, E. **Arte de Projetar em Arquitetura**. 18. ed. São Paulo: Editora Gilli, 2014.

NONIS, J. SAMED, M. **Análise da eficiência energética em um aviário de corte**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2014.

NORTH, M.O.; BELL, D.D. **Commercial chicken production manual**. 4.ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 456p.

OLIVEIRA, R, F, M. DONZELE, J, L. ABREU, M, L, T.FERREIRA, R, A. VAZ, R, G, M, V.CELLA, P,S. **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**. R. Bras. Zootec., v.35, n.3, p.797-803, 2006.

QUEIRÓZ, G, R; SCHIMANIAK, K, N; SANTOS, J,C,P; GRIGOLETTI, C,C. **Autodesk Revit® como ferramenta BIM aplicada à simulação térmica de edificações**. Revista de

Arquitetura IMED, 4(2): 33-41, jul./dez. 2015 . Disponível em <<https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/1145>>, acessado em 04/01/2018.

PAN, K, F. Avaliação de sistemas de iluminação de aviários *dark house*, com e sem isolamento térmico: um estudo de caso na região de Palotina - Pr. Cascavel: UNIOESTE, 2015.

PEREIRA, L, C. **Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte confinados em galpão avícola com diferentes tipos de cobertura.**São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

RISOUD, B. **Energy efficiency of various French farming systems: questions to sustainability.** The Netherlands: Wageningen University, 2000. p.18-20. Communication au colloque international "Sustainable energy : new challenges for agriculture and implications for land use".

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: <http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/12108/8491>>acessado em 25 de julho de 2017.

SILVA Marisia Cristina da., BUENO Osmar de Carvalho. **ANÁLISE ENERGÉTICA NA AGRICULTURA: FERRAMENTA IMPORTANTE PARA UMA PRODUÇÃO AGRÍCOLA MAIS SUSTENTÁVEL.** Periódico eletrônico; Fórum ambiental da alta paulista, V. 07, N. 07, 2011.

SILVA, I.J.O; VIEIRA, F.M.C. **AMBIÊNCIA ANIMAL E AS PERDAS PRODUTIVAS NO MANEJO PRÉ-ABATE: O CASO DA AVICULTURA DE CORTE BRASILEIRA.** Arch. Zootec. 59 (r): 113-131. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Frederico_Vieira/publication/292610360_AMBIENCIA_ANIMAL_E_AS_PERDAS_PRODUTIVAS_NO_MANEJO_PRE-ABATE_O_CASO_DA_AVICULTURA_DE_CORTE_BRASILEIRA/links/56aff81f08ae8e37214d14bc/AMBIENCIA-ANIMAL-E-AS-PERDAS-PRODUTIVAS-NO-MANEJO-ABATE-O-CASO-DA-AVICULTURA-DE-CORTE-BRASILEIRA.pdf> acessado em: 11/07/2017

SIQUEIRA, T, C,P,A. AKUTSU, M. LOPES, J,I,E. SOUZA, H,A. **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações.** REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 58(2): 133-138, abr. jun. 2005

SOUZA, P. **Avicultura e clima quente: como administrar o bem-estar às aves? Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 96, n.4, p.52-58, edição 1133, 2005.

SOUZA, Cássia R. Brum,. **Telhado verde e sua contribuição para a redução da temperatura ambiente em construções para o oeste do Paraná.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2016.

SOUZA, Jacimar Luis de. **Balanco energético em cultivos orgânicos de hortaliças.** Universidade Federal de Viçosa, março de 2006.

TINÔCO, I.F.F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3., Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.1-86.

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. **Software Sol-ar**. Disponível em <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>, acessado em 02/11/2015.

WIKIPÉDIA. **Localização geográfica do município de Cascavel, no oeste do Estado do Paraná**. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Cascavel_\(Paraná\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cascavel_(Paraná))>. Acesso em: 11/04/2018.

YING-CHIEH, Chan. **Analysis and comparison of absorbed solar radiation distribution models in perimeter building zones** . and Athanasios Tzempelikos *ASHRAE Transactions*. 119.2 (July 2013): p129.

Apêndice 1- Modelagem computacional no programa revit dos três modelos comparados.

The screenshot displays the Autodesk Revit 2017 interface for a project named "PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Convencional". The software is running in the "Modificar | Zonas AVAC" (Modify | Zoning) mode. The interface is divided into several panes:

- Top Ribbon:** Contains various toolbars for "Arquitetura", "Estrutura", "Sistemas", "Inserir", "Anotar", "Analisar", "Massa e terreno", "Colaborar", "Vista", "Gerenciar", "Suplementos", "Quantificação", "BIMObject@", "JOTools", "Hot Gear", "WLM", "Lunion", "Sweets", and "Modificar | Zonas AVAC".
- Left Navigation Panel:** Shows a project browser with categories like "Vistas (todas)", "Plantas de piso", "Plantas de forro", "Vistas 3D", "Elevações (Elevação da construção)", and "Cortes (Corte da construção)".
- Top-Left Viewport:** "Vista 3D: Perspectiva" showing a 3D perspective view of the building's structure and roof.
- Top-Right Viewport:** "Vista 3D: Modelo de energia 3D" showing a 3D energy model of the building.
- Bottom-Left Viewport:** "Planta de piso: Planta Baixa Térreo" showing a 2D floor plan of the ground floor.
- Bottom-Right Viewport:** "Corte: Corte 1" showing a 2D cross-section of the building.
- Right Properties Panel:** Displays the "Propriedades" (Properties) for the selected "Zonas AVAC (1)".

The Properties panel includes the following data:

Zonas AVAC (1)	
Restrições	
Nível	Planta Baixa Térreo
Cotas	
Área ocupada	1125,000 m ²
Área bruta	1125,000 m ²
Volume ocupado	5601,888 m ³
Volume bruto	5601,888 m ³
Perímetro	18027,00
Mecânico - Fluxo	
Suprimento de Fluxo de ar calculado	25081,4130 m ³ /h
Suprimento de Fluxo de ar calculado por á...	6,19 L/(s·m ²)
Dados de identidade	
Imagem	
Comentários	
Nome	1
Fase	
Fase	Construção nova
Análise da energia	
Tipo de serviço	Sistemas divididos com ventilação mecânica
Bypass de serpentina	0,0000%
Informações sobre o resfriamento	
Informações sobre o aquecimento	
Informações sobre o ar exterior	
Carga calculada de aquecimento	82740,36 W
Carga de aquecimento calculada por área	73,55 W/m ²
Área calculada por carga de aquecimento	0,0000 m ² /kW
Carga calculada de resfriamento	188935,86 W
Carga de resfriamento calculada por área	167,94 W/m ²
Área calculada por carga de resfriamento	5,95 m ² /kW

The bottom status bar shows the current view is "Modelo principal" and the time is 16:25.

Apêndice 2- Criação do modelo de energia no revit.

Autodesk Revit 2017 - PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Convencional

Arquitetura Estrutura Sistemas Inserir Anotar Analisar Massa e terreno Colaborar Vista Gerenciar Suplementos Quantificação BIMobject@ JOTools Hot Gear WLM Lunion Sweets Modificar | Espaços

Modificar | Espaços

Selecionar Modelos analítico Ferramentas do modelo analítico Espaços e zonas Relatórios e tabelas Verificar sistemas Preenchimento de cores Análise de

Navegador de projeto - PRO-AVI-ENE-Me... X

- Vistas (todas)
 - Plantas de piso
 - Nível Tesoura
 - Planta Baixa Térreo
 - Terreno
 - Plantas de forro
 - Vistas 3D
 - Lighting Analysis Model View
 - ENE-03D-Lona Fechada-R00
 - Modelo de energia 3D
 - Perspectiva (3D)
 - Elevações (Elevação da construção)
 - Cortes (Corte da construção)
 - Corte 1
 - Corte 2
- Legendas
 - Tabelas/Quantidades
 - Relatórios
 - Folhas (todas)
 - Famílias
 - Grupos
 - Vínculos do Revit

Vista 3D: Perspectiva - PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Convencional

Vista 3D: Modelo de energia 3D - PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Convencional

Planta de piso: Planta Baixa Térreo - PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Convencional

Corte: Corte 1 - PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Convencional

Clique para selecionar, TAB para alternativas, CTRL adiciona, SHIFT cancela a seleção.

Modelo principal

PT 16:29

Criar o modelo de energia
Cria ou exclui o Modelo Analítico de Energia.

Este recurso permite inspecionar o modelo analítico de energia, para que você possa validá-lo antes de executar a simulação de energia.

O modelo analítico de energia tem base em massas conceituais, elementos de construção, ou ambos, dependendo do modo de análise selecionado na caixa de diálogo Configurações de energia.

Pressione F1 para obter mais ajuda

Mecânico - Fluxo

Retenção da parede	50.0000%
Reflexão do piso	0.0000%
Elétrico - Cargas	
Projetar carga AVAC por área	2.60 W/m ²
Projetar outras cargas por área	1.00 W/m ²
Carga Outro Real	0.00 VA
Carga real de Outro	0.00 VA
Cotas	
Área	1125.000 m ²
Perímetro	1900.00
Altura não delimitada	600.00
Volume	5601.888 m ³
Cálculo da altura	0.00
Mecânico - Fluxo	
Suprimento de fluxo de ar especificado	25081.4130 m ³ /h
Suprimento de fluxo de ar calculado	25081.4130 m ³ /h
Suprimento de fluxo de ar atual	0.0000 m ³ /h
Retorno de fluxo de ar	
Retorno de fluxo de ar especificado	Suprimento calculado do fluxo de ar
Retorno de fluxo de ar real	0.0000 m ³ /h
Exaustão de fluxo de ar especificado	
Exaustão de fluxo de ar real	0.0000 m ³ /h
Dados de identidade	
Número	1
Nome	Aviário
Nome do ambiente	Não ocupado
Imagem	
Comentários	
Fase	
Fase	Construção nova
Análise da energia	
Zona	1
Plenum	
Ocupação	<input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de condição	Ventilado

Água de propriedades

Aplicar

Apêndice 3- Execução do modelo de energia no revit.

Executar simulação de energia
 Recurso somente de assinatura. Envia o modelo de energia e parâmetros para Autodesk Green Building Studio para a simulação.

Ao utilizar o modo de elemento de construção, o modelo analítico é criado automaticamente.

Dependendo do tamanho do modelo e complexidade, este processo pode levar um tempo considerável.

Pressione F1 para obter mais ajuda

Vista atual: Modelo de energia 3D

Gráficos	
Escala da vista	1 : 100
Valor de escala 1:	100
Nível de detalhe	Alto
Visibilidade de peças	Mostrar original
Visibilidade/Sobreposição de gráficos	Editar...
Opções de exibição de gráficos	Editar...
Disciplina	Coordenação
Mostrar linhas ocultas	Por disciplina
Estilo de exibição de análise padrão	Nenhum
Caminho do sol	<input type="checkbox"/>
Extensões	
Recortar vista	<input type="checkbox"/>
Região de recorte visível	<input type="checkbox"/>
Recorte de anotação	<input type="checkbox"/>
Recorte afastado ativo	<input type="checkbox"/>
Deslocamento do recorte afastado	30480,00
Caixa de corte	<input type="checkbox"/>
Câmera	
Configurações de renderização	Editar...
Orientação bloqueada	<input type="checkbox"/>
Perspectiva	<input type="checkbox"/>
Elevação do olho	722,07
Elevação alvo	315,00
Posição da câmera	Ajustando
Dados de identidade	
Modelo de vista	<Nenhum>
Nome da vista	Modelo de energia 3D
Dependência	Independente
Título da página	
Fase	
Filtro da fase	Exibir tudo
Fase	Construção nova

Clique para selecionar, TAB para alternativas, CTRL adiciona, SHIFT cancela a seleção.

Modelo principal

PT 16:31

Apêndice 4- Resultado dos três modelos de análise energética.

Resultados e comparar

Resultados **Solon** Configurações

Comparar Excluir E-mail Exportar Imprimir Restaurar Open

001-Cascavel

- 001-Ed.Convencional-Cascavel-(15x150)
- 001-Mestrado-Moacir-Ed.Convencional - Cascavel - 202k
- 001-Mestrado-Moacir-Ed.Projeto de Estudo - Cascavel - 159k
- 002-Ed.Brise de Soleil-Cascavel-(15x150)
- 003-Ed.DarkHouse-Cascavel-(15x150)
- 004
- PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.DarkHouse-Cascavel Anál
- 002-Foz do Iguaçu
- 001-Ed.Convencional-Foz_do_Iguaçu-(15x150)
- 002-Ed.Brise de Soleil-FozdoIguaçu-(15x150)
- 002-Mestrado-Moacir-Ed.Convencional - Foz do Iguaçu - 212k
- 002-Mestrado-Moacir-Ed.Projeto de Estudo - Foz do Iguaçu - 112k
- 02-Ed.Convencional-002-Foz_do_Iguaçu
- PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Análise Energética
- PRÉ-PROJETO DEFESA-1 BIMESTRE (1)
- PRÉ-PROJETO DEFESA-1 BIMESTRE Análise
- PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir (4)
- PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir (6)
- PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir (7)
- PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Análise R02
- Lighting Efficiency_0.3 W
- Lighting Efficiency_0.7 W
- Lighting Efficiency_1.1 W
- Lighting Efficiency_1.5 W
- Lighting Efficiency_1.9 W
- Mestrado_Moacir-Ed.Projeto de Estudo
- Min
- Plug Load Efficiency_0.6 W
- Plug Load Efficiency_1.0 W
- Plug Load Efficiency_1.3 W
- Plug Load Efficiency_1.6 W
- Plug Load Efficiency_2.0 W
- Plug Load Efficiency_2.6 W
- PRO-AVI-ENE-Mestrado_Moacir-Ed.Normal Análise R01_ASHF
- Roof Construction_10.25-inch SIP
- Roof Construction_R10
- Roof Construction_R15
- Roof Construction_R19
- Roof Construction_R38
- Roof Construction_R60
- Roof Construction_Uninsulated
- Wall Construction_12.25-inch SIP
- Wall Construction_14-inch ICF
- Wall Construction_R13 Metal
- Wall Construction_R13 Wood
- Wall Construction_R13+R10 Metal
- Wall Construction_R2 CMU

Resultados > Comparar

AUTODESK.

Relatório de comparação de análise de energia
Relatório criado em 2017-12-05 03:12:38 PM

Modelo	Data de Análise	Tempo de Análise	Versão
001-Cascavel	01/12/2017	15:06:28	2017.99.45.67(DOE-2.2.48r)
001-Cascavel	02/12/2017	11:25:25	2017.99.45.67(DOE-2.2.48r)
001-Cascavel	05/12/2017	14:54:05	2017.99.49.68(DOE-2.2.48r)

Resultado da análise de energia do Revit

001-Ed.Convencional-Cascavel-(15x150)

002-Ed.Brise de Soleil-Cascavel-(15x150)

003-Ed.DarkHouse-Cascavel-(15x150)

Windows: Iniciar, PT, 15:13

Apêndice 5- Configuração de materiais no revit (alvenaria).

The screenshot displays the Autodesk Revit 2017 interface with the 'Propriedades de tipo' dialog box open for a brick wall material. The dialog is divided into several sections:

- Família:** Família do sistema: Parede básica
- Tipo:** Genérico - 90 mm Tijolo
- Parâmetros de tipo:** A table listing various parameters and their values.
- Construção:**
 - Estrutura:**
 - Virar nas inserções: Não virar
 - Virar nas extremidades: Nenhum
 - Largura: 9,00
 - Função: Exterior
 - Gráficos:**
 - Padrão de preenchimento em escala de baixa resolução: Diagonal ascendente
 - Preenchimento de cor de escala de baixa resolução: Preto
- Materiais e acabamentos:**
 - Material estrutural: Tijolo, Comum
- Propriedades analíticas:**
 - Coefficiente de transferência de calor (U): 6,0000 W/(m²·K)
 - Resistência térmica (R): 0,1667 (m²·K)/W
 - Massa térmica: 10,89 kJ/K
 - Absorção: 0,700000
 - Rugosidade: 3
- Dados de identidade:**
 - Tipo de imagem: Nota-chave
 - Modelo: Fabricante
 - Comentários de tipos: URL
 - Descrição: Descrição de montagem
 - Código de montagem: Código de montagem
 - Marca de tipo: Marca de tipo
 - Classificação de incêndio: Classificação de incêndio
 - Custo: Custo

The 'Propriedades' panel on the right shows the material's properties, including:

- Restrições:**
 - Linha de localização: Linha central da parede
 - Restrição da base: Planta Baixa Térreo
 - Deslocamento da base: -10,00
 - A base está anexada: 0,00
 - Distância da extensão da base: 0,00
 - Restrição superior: Acima para o nível: Nivel Tesoura
 - Altura desconectada: 360,00
 - Deslocamento superior: 0,00
 - O topo está anexado:
 - Distância da extensão superior: 0,00
 - Delimitação de ambientes:
 - Relativo à massa:
- Estrutural:**
 - Estrutural:
 - Ativar o modelo analítico:
 - Uso estrutural: Não de aparelho de apoio
- Cotas:**
 - Comprimento: 1509,00
 - Área: 55,633 m²
 - Volume: 5,007 m³
- Dados de identidade:**
 - Imagem: Comentários
 - Marca: Marca
- Fase:**
 - Fase criada: Construção nova
 - Fase demolida: Nenhum

Apêndice 6- Configuração de equipamentos no revit (exaustores).

The screenshot displays the Autodesk Revit 2017 interface for configuring a mechanical equipment (exhaust fan). The main window shows a 2D view of the fan with its ductwork. The 'Propriedades de tipo' (Type Properties) dialog is open, showing the following parameters and values:

Parâmetro	Valor
Restrições	
Elevação-padrão	20,00
Materiais e acabamentos	
Material do ventilador	<Por categoria>
Elétrico	
Voltagem	208,00 V
Classificação de carga	Refrigeração
Número de pólos	3
HP	2,000000
Cotas	
Diâmetro da carcaça da roda	140,00
Diâmetro da flange	91,50
Comprimento do ventilador	61,90
Raio do duto	600,0 mm
Diâmetro do duto	1200,0 mm
Dados de identidade	
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Modelo	
Fabricante	
Comentários de tipos	
URL	
Descrição	
Código de montagem	
Custo	
Descrição de montagem	
Marca de tipo	
Número OmniClass	23.75.35.17.27
Título OmniClass	Centrifugal Fans
Nome do código	
Outros	
Raio da carcaça da roda	70,00
Comprimento da carcaça da roda 1	38,45
Comprimento da carcaça da roda	30,95
Raio do motor do símbolo 1	14,17
Raio do motor do símbolo	21,67
Comprimento do símbolo 1	6,50
Raio da carcaça do motor 3	49,50
Raio da carcaça do motor 2	37,00
Raio da carcaça do motor 1	42,00
Comprimento da carcaça do motor 1	49,52
Diâmetro da carcaça do motor 2	74,00

The 'Propriedades' (Properties) panel on the right shows the following values for the selected equipment:

Restrições	
Hospedeiro	Parede básica : Genérico - 90 mm Tijolo
Elevação	150,00
Elétrico - Cargas	
Carga aparente	1480,00 VA
Panel	
Número do circuito	
Mecânico	
Pressão estática externa	0,00 Pa
Classificação do sistema	Ar de exaustão, Potência
Mecânico - Fluxo	
Fluxo de ar	33000,0000 m³/h
Dados de identidade	
Imagem	
Comentários	
Marca	38
Fase	
Fase criada	Construção nova
Fase demolida	Nenhum
Outros	
Nível de tabela	Planta Baixa Térreo

Apêndice 7- Interface do programa da (autodesk) *green building studio*.

The screenshot displays the Autodesk Green Building Studio web interface. The browser address bar shows the URL: <https://gbs.autodesk.com/gbs/Scheme/EnergyAndCarbonResults?RunId=403hrVWSktQ=&AltRunID=cJfGmrxUVvo=>. The page title is "AUTODESK GREEN BUILDING STUDIO". The user is logged in as Peter.

The interface shows the following details for the project "001-Cascavel":

- Run Name:** 003-Ed.DarkHouse-Cascavel-(15x150)
- Energy and Carbon Results:** US EPA Energy Star, Water Usage, Photovoltaic Analysis, LEED Daylight, 3D VRML View, Export and Download Data Files, Design Alternatives.
- Project Template Applied:** Mestrado_Moacir-Ed.Convencional-Final_default
- Building Type:** Warehouse
- Location:** Cascavel, PR
- Floor Area:** 2,262 m²
- Electric Cost:** \$0.12 / kWh
- Fuel Cost:** \$0.01 / MJ
- Utility Data Used:** Project Default Utility Rates

The interface is divided into two main sections:

- 1 Base Run:**
 - Energy, Carbon and Cost Summary:**
 - Annual Energy Cost: \$96,223
 - Lifecycle Cost: \$1,310,561
 - Annual CO₂ Emissions:
 - Electric: 119.7 Mg
 - Onsite Fuel: 0.0 Mg
 - Large SUV Equivalent: 12.0 SUVs / Year
 - Annual Energy:
 - Energy Use Intensity (EUI): 1,276 MJ / m² / year
 - Electric: 801,860 kWh
 - Fuel: 0 MJ
 - Annual Peak Demand: 154.2 kW
 - Lifecycle Energy:
 - Electric: 24,055,812 kWh
 - Fuel: 0 MJ
 - Assumptions:** (Information icon)
- 2 Design Alternative:**
 - Text: Create a [Design Alternative](#) to improve your building performance.

Carbon Footprint:

Base Run Carbon Neutral Potential		
	Annual CO ₂ Emissions	Mg
1 Base Run	119.7	
Onsite Renewable Potential	-112.2	
Natural Ventilation Potential	-41.0	
Onsite Biofuel Use	0.0	
Net CO₂ Emissions	-33.5	

Net Large SUV Equivalent: -3.4 SUVs / Year

Electric Power Plant Sources in Your Region:

Fossil	64 %	
Nuclear	N/A	
Hydroelectric	N/A	
Renewable	36 %	
Other	N/A	

Assumptions: (Information icon)

Additional sections at the bottom include "LEED, Photovoltaic, Wind Energy, and Natural Ventilation Potential" and "Energy End Use Charts".

Anexo 1- Modelo exaustor utilizado no aviário *dark house*.

EXAUSTOR





BF 50 PLUS

- Projetado para maximizar o desempenho;
- Estrutura em aço galvanizado;
- Bocal Venturi monobloco;
- Balanceamento estático e dinâmico das hélices;
- Hélice com seis pás metálicas;
- Menor nível de ruído com maior estabilidade;
- Veneziana de PVC especial removível (cor preta);
- Motores trifásicos e monofásicos (50 e 60 Hz);
- Cone de descarga galvanizado;
- Polia da hélice em alumínio injetado e rolamento especial blindado;
- Grade de proteção galvanizada com pintura epóxi.



Opcional

- Esticador de correia padrão automobilístico.

DIMENSÕES (mm)

A	B	C	D	E	F	G	H
1450	1380	1180	540	1510	1400	250	Ø1500

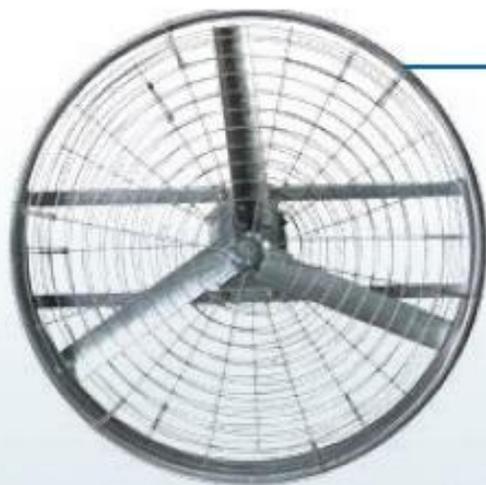
TABELA VAZÕES

EXAUSTOR	MODELO	MOTOR (cv)	PRESSÃO 0Pa (0°C.a)		PRESSÃO 12Pa (0,05°C.a)		PRESSÃO 25Pa (0,10°C.a)		PRESSÃO 37Pa (0,15°C.a)		TESTE BESS Lab
			VAZÃO (m³/h)	EFICIÊNCIA (m³/kw)	VAZÃO (m³/h)	EFICIÊNCIA (m³/kw)	VAZÃO (m³/h)	EFICIÊNCIA (m³/kw)	VAZÃO (m³/h)	EFICIÊNCIA (m³/kw)	
BF 50 Plus	BF50C61-3B5	1,0	40.000	37,7	37.700	32,8	35.300	29,2	32.400	26,5	11.082
	BF50C615-430	1,5	43.700	31,9	42.300	29,6	40.200	26,7	37.800	24,1	11.086



• Os valores acima foram extraídos dos testes de performance realizados por "BESS Lab", Universidade de Illinois, de acordo com a norma Ashrae 51-1999.
 • Testes com motores trifásicos.
 • A eficiência do sistema de ventilação com pressão negativa dependerá da total vedação da instalação ou do gáspio.

Anexo 2- Modelo dos ventiladores utilizados no modelo convencional aberto e no modelo de projeto proposto para o estudo.



TUFÃO M3 Plus

- Cubo em ferro fundido e fixação com chapa zincada;
- 3 pás em aço galvanizado;
- Acionamento direto (sem polia, rolamento e correia);
- Baixo índice de manutenção;
- Alta vazão e maior eficiência;
- Fornecido com grades de proteção dianteira e traseira;
- Compacto e de fácil montagem.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

	Motor (cv)	Tensão	Rotação (RPM)	Vazão (m ³ /min)	Peso (kg)
TUFÃO 300	0,5	Trifásico ou Monofásico (Monofásico 220 - 440V) - 60Hz	840	300	28
VA92/50 Plus	0,5	Trifásico ou Monofásico - 50/60Hz	495	300	34
VA92/100 Plus	1,0		634	400	34
TUFÃO M3 Plus	0,5	Trifásico (220/380V) ou Monofásico (220-254V / 440-508V) - 60Hz	1.130	300	20

