



**SISTEMA SEMIAUTOMATIZADO PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE
RAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NO PROCESSO DE
CRIAÇÃO AVÍCOLA DE PEQUENOS PRODUTORES DO INTERIOR DA
REGIÃO AMAZÔNICA**

Rômulo Cavalcante Bezerra

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Manoel Henrique Reis Nascimento

Belém

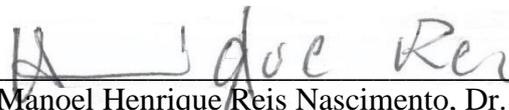
Agosto de 2021

**SISTEMA SEMIAUTOMATIZADO PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE
RAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NO PROCESSO DE
CRIAÇÃO AVÍCOLA DE PEQUENOS PRODUTORES DO INTERIOR DA
REGIÃO AMAZÔNICA**

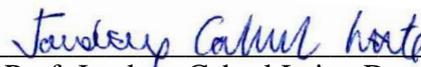
Rômulo Cavalcante Bezerra

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

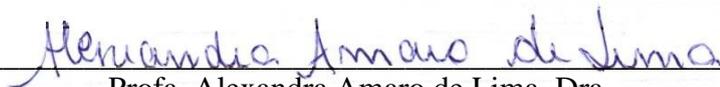
Examinada por:



Prof. Manoel Henrique Reis Nascimento, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Jandecy Cabral Leite, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Profa. Alexandra Amaro de Lima, Dra.
(UNIP-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

AGOSTO DE 2021

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA**

Bezerra, Rômulo Cavalcante, 1985-
Sistema semiautomatizado para redução do desperdício de ração e otimização do conforto térmico no processo de criação avícola de pequenos produtores do interior da região Amazônica / Rômulo Cavalcante Bezerra. – 2021.

Orientador: Manoel Henrique Reis Nascimento

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, 2021.

1. Avicultura. 2. Automatização. 3. Amazônia.

CDD 670.42

Dedico esse trabalho a minha família e a todos aqueles que se fizeram presentes contribuindo para sua realização.

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao meu orientador pelo acompanhamento durante todo o processo de pesquisa e pela assistência na elaboração dessa dissertação.

Aos professores do PPGEP.

Aos colegas de turma do ITEGAM e aos amigos que fiz durante essa caminhada.

“Depois de escalar uma montanha muito alta, descobrimos que há muitas outras montanhas por escalar.”

(Nelson Mandela)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

SISTEMA SEMIAUTOMATIZADO PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE RAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NO PROCESSO DE CRIAÇÃO AVÍCOLA DE PEQUENOS PRODUTORES DO INTERIOR DA REGIÃO AMAZÔNICA

Rômulo Cavalcante Bezerra

Agosto/2021

Orientador: Manoel Henrique Reis Nascimento

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Na região Amazônica, a realidade da cadeia de produção convencional avícola podeira se constitui de granjas com estruturas inferiores aos de outras regiões, com presença maciça de pequenos avicultores, sem sistema de automatização de água, alimentação e climatização. A necessidade de melhorias no processo avícola que o produtor precisa para produzir pode estar ligada na relação de implantação de tecnologia por equipamentos ou sistemas monitoradores. Diante disso, a motivação deste estudo foi a criação de um sistema semiautomatizado para otimizar o conforto térmico das aves e reduzir o desperdício de ração no processo de criação avícola podeira de pequenos produtores do interior da região Amazônica a fim de diminuir a mortalidade e maximizar o lucro. A metodologia designada para a construção desta pesquisa baseou-se na natureza de pesquisa aplicada, com vista na abordagem quali-quantitativa, por meios de procedimentos técnicos de um estudo de caso. Após montagem do sistema semiautomatizado para alimentação, somando o total da economia para o consumo de ração seriam de 1964,20 kg de ração, em reais seriam R\$ 7.856,80. E para o sistema de ambientação, temos uma economia na conta de energia de 60,94 reais ao mês e 731,31 reais no ano. Os sistemas semiautomatizados sugeridos para pequenos avicultores da Região Amazônica, teoricamente cumprem com seu objetivo, tanto para a melhoria nos desperdícios como para o provimento de bem-estar animal e aumento da lucratividade.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**SEMI-AUTOMATED SYSTEM FOR REDUCING FEED WASTE AND
OPTIMIZING THERMAL COMFORT IN THE POULTRY GROWING
PROCESS OF SMALL FARMERS IN THE INTERIOR OF THE AMAZON
REGION**

Rômulo Cavalcante Bezerra

August/2021

Advisor: Manoel Henrique Reis Nascimento

Research Area: Process Engineering

In the Amazon region, the reality of the conventional laying poultry production chain consists of farms with structures that are inferior to those in other regions, with a massive presence of small poultry farmers, without a water, food and air conditioning automation system. The need for improvements in the poultry process that the small producer needs to produce can be linked to the relationship of implementing technology for monitoring equipment or systems. Therefore, the motivation of this study was the creation of a semi-automated system to optimize the thermal comfort of birds and reduce feed waste in the laying poultry production process for small producers in the interior of the Amazon region in order to reduce mortality and maximize the profit. The methodology designated for the construction of this research was based on the nature of applied research, with a view to the qualitative-quantitative approach, through technical procedures of a case study. After assembly of the semi-automated system for feeding, adding the total savings for feed consumption would be 1964.20 kg of feed, in reais it would be R\$ 7,856.80. And for the ambiance system, we have savings on the energy bill of 60.94 reais a month and 731.31 reais a year. The semi-automated systems suggested for small poultry farmers in the Amazon region theoretically fulfill their objective, both for the improvement of waste and for the provision of animal welfare and increased profitability.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	3
1.2 - OBJETIVOS.....	4
1.2.1 - Objetivo geral.....	4
1.2.2 - Objetivos específicos.....	4
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	4
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 - CENÁRIO DA AVICULTURA DE POSTURA NO BRASIL.....	6
2.1.1 - Bem-estar animal x Produtividade.....	9
2.1.2 - Conforto térmico das aves de posturas.....	12
2.1.3 - Alimentação das aves poedeiras: aspectos relacionados a cadeia de produção, custos e desperdícios.....	13
2.2 - AUTOMAÇÃO.....	14
2.2.1 - Automação no sistema aviário de postura.....	15
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 - ESTRUTURA DO GALPÃO DE POSTURA.....	22
4.2 - SISTEMA SEMIAUTOMATIZADO DE COMEDOUROS E COLETA DE OVOS.....	23
4.2.1 - Cálculos do consumo energético sem o sensor controlador de temperatura.....	26
4.3 - SISTEMA SEMIAUTOMATIZADO PARA AMBIENTAÇÃO DO AVIÁRIO.....	27
4.3.1 - Cálculos do consumo energético sem o sensor controlador de temperatura.....	28
4.3.2 - Consumo energético sem o sensor controlador de temperatura.....	29
4.3.3 - Consumo energético com o sensor controlador de temperatura.....	29
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	31
5.1 - CONCLUSÕES.....	31
5.2 - SUGESTÕES.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Evolução da produção de ovos nos últimos 30 anos.....	6
Figura 2.2	Estados exportadores de ovos, em % no ano de 2019.....	8
Figura 2.3	Alojamento de pintainhas por estado, em % no ano de 2019.....	9
Figura 2.4	Sistema automatizado vertical de aviário de postura.....	16
Figura 2.5	Esteira transportadora automatizada de ovos e recolhedor de ovos.....	17
Figura 2.6	Poedeiras confinadas.....	17
Figura 3.1	Coleta manual de ovos no sistema convencional na região Amazônica.....	18
Figura 3.2	Fluxograma do sistema de alimentação.....	20
Figura 3.3	Fluxograma do sistema de climatização.....	21
Figura 4.1	Sistema semiautomatizado de comedouros e coleta de ovos.....	24
Figura 4.2	Criadeiras para avicultura confeccionadas com arame galvanizado, montadas em pirâmides. Comedouros em chapa galvalume. Com automação do sistema de alimentação e coleta de ovos.....	25
Figura 4.3	Acoplamento da bicicleta no sistema semiautomatizado.....	25
Figura 4.4	Acoplamento da bicicleta no sistema semiautomatizado em escala 1:100.....	26
Figura 4.5	Consumo de ração para as primeiras 18 semanas.....	26
Figura 4.6	Consumo de ração para as primeiras 18 à semana 65.....	27
Figura 4.7	Vistas frontal, lateral, de cima e por dentro do protótipo em escala reduzida do aviário.....	28
Figura 4.8	Ventiladores.....	28
Figura 4.9	Nebulizadores.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Produção brasileira de ovos (unidade), número de matrizes alojadas e consumo per capita (ovos/ano) do país, entre os anos de 2010 a 2019.....	7
Tabela 3.1	Materiais utilizados para o sistema de alimentação das aves e seus preços.....	19
Tabela 3.2	Equipamentos utilizados para o sistema de controle e manutenção da temperatura e preços.....	20
Tabela 4.1	Pé direito do aviário em função da largura do aviário.....	23
Tabela 4.2	Cálculo do consumo energético sem sensor.....	29
Tabela 4.3	Cálculo do consumo energético sem sensor.....	29

NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ANVISA	AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
NBR	NORMA BRASILEIRA
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
ABPA	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A avicultura de postura, atualmente, utiliza duas categorias de sistema, o convencional e o automatizado (FERRAZ *et al.*, 2017). O sistema o convencional, utiliza galinhas poedeiras em gaiolas suspensas até três níveis. Neste sistema, o processo da produção de ovos necessita de um extenso conjunto de insumos, entre os quais, destacam-se as rações, as vacinas, os medicamentos, a genética, as instalações, as máquinas e equipamentos (AMARAL, 2016).

Na cadeia de produção de ovos é necessário um manejo rigoroso e cauteloso, em que o produtor deve estar atento a todos os detalhes e procedimentos para que o produto final, os ovos, seja entregue com qualidade, havendo um retorno financeiro com maior lucratividade (ALECRIM *et al.*, 2017; CAMARGO *et al.*, 2019). Neste processo, as galinhas poedeiras passam por três fases distintas: cria, recria e postura. As aves de idades diferentes não são alojadas juntas. As granjas de cria, de recria e de produção ficam separadas, este isolamento reduz significativamente o índice de mortalidade e de doenças nos plantéis, também favorável aos cuidados de vacinação (ABPA, 2020; BASSI; ALBINO, 2013).

Em relação às pequenas empresas, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal-ABPA, o sistema de produção intensiva avícola no Brasil, inclusive na região Amazônica, é disposto em gaiolas convencionais, em galpões abertos na posição vertical. A preferência pelo uso de galpões abertos favorece o menor custo, com utilização de ventilação natural, com auxílio (ou não) de ventiladores artificiais, sobretudo durante os períodos mais quentes. De acordo com ABPA, apenas 40% das granjas possuem processos automatizados, sendo característica específica de grandes empresas (ABPA, 2020).

Para que seja possível o alcance máximo de desempenho conforme o potencial das aves, torna-se necessário que o ambiente propicie condições de conforto térmico que variam segundo a idade das aves. Entretanto, dificilmente o ambiente fornece, sem intervenção externa, as condições térmicas ideais para o animal durante suas fases de produção.

Neste contexto, no Brasil, a exemplo do que ocorre nos demais países de climas tropicais e subtropicais, fatores ambientais como temperatura elevada e umidade

relativa do ar, no interior das instalações, podem limitar a produtividade e o bem-estar animal (CARVALHO, 2012). Na região Amazônica, de acordo com Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE o clima é uma combinação de vários fatores, o mais importante a disponibilidade de energia solar. Por conta desses vários fatores, os valores médios de temperaturas na Amazônia, situam-se entre 24 a 26°C podendo ter uma leve variação de 1 a 2°C dependendo da estação do ano (INPE, 2021).

Nas granjas, de acordo com MENDES (2015) em estudo sobre a caracterização do ambiente térmico de aviários de postura em sistemas com ventilação natural, os fatores ambientais atrelados à inexistência de isolamento térmico adequado nas instalações avícolas possibilitam uma maior amplitude térmica no interior do galpão, podendo limitar a produtividade, o bem-estar das aves e implicar em elevados índices de mortalidade, comprometendo os aspectos econômicos da atividade. Neste contexto, segundo ABREU (2014) os galpões devem manter temperaturas médias entre 140° C até 260° C, com umidade relativa desejável entre 40% a 60%.

Além disso, para que o processo de produção ocorra com qualidade e segurança é necessário esforço e muitas horas de atenção do responsável pela granja, principalmente aquelas que não contam com sistema automatizado de coleta, climatização e alimentação. A alimentação é um dos pontos de maior destaque no manejo da granja, com a ração representando o maior gasto da produção, ao redor de 60 a 70%. Qualquer economia feita nos gastos das rações é significativa para a redução do custo da caixa de ovos produzida (COBB, 2008).

Falando de economia, com o passar dos anos, o uso da tecnologia em todas as áreas do conhecimento tem aumentado substancialmente por justamente proporcionar redução nos custos do processo. Os sistemas de controle automático têm adquirido grande importância em todos os campos da avicultura. As aplicações dos sistemas de controle cobrem um amplo domínio e, continuamente aparecem novas aplicações para o controle automático (AMARAL *et al.*, 2016).

Apesar dos grandes investimentos em novas tecnologias, a produção brasileira avícola ainda se concentra em galpões convencionais (MOURA, 2016). Na região Amazônica, a realidade da cadeia de produção convencional avícola podeira se constitui de granjas com estruturas inferiores aos de outras regiões, com presença maciça de pequenos avicultores, sem sistema de automatização de água, alimentação e climatização.

1.1 - MOTIVAÇÃO

As disparidades entre os avicultores no processo de produção são relativas à mecanização da produção. Os pequenos avicultores produzem em galpões rudimentares e, embora o setor de avicultura tenha crescido nos últimos dez anos no Estado do Amazonas, a falta do principal insumo (milho) força a importação deste produto, tornando os custos de produção mais elevados, o que determina os preços de varejo do produto final, constituindo um gargalo para o desenvolvimento nas agroindústrias.

Neste contexto, os aviários podem empregar equipamentos modernos para manter o ambiente controlado mediante sistemas de climatização, de pesagem de ração, entre outros. Muitas técnicas são implantadas neste ramo para evitar doenças e até mesmo a mortalidade das aves. Para isso, a automatização dos processos se torna necessária, pois promove cuidados especializados e, em simultâneo, a agilidade deles, permitindo gerar impactos econômicos positivos, com o aumento da produtividade, da renda e do lucro. De igual forma, permite gerar impactos sociais como o melhoramento no bem-estar humano e a substituição da mão de obra primária por novos postos de trabalho mais satisfatórios no setor aviário.

Deste modo, a necessidade de melhorias no processo avícola que o pequeno produtor precisa para produzir pode estar ligada na relação de implantação de tecnologia por equipamentos ou sistemas monitoradores, que garantam a redução de desperdícios e mortalidade atingindo a maior rendimento e produtividade, com qualidade, a custos compatíveis com o mercado.

O ramo avícola se destaca como um dos principais em inovações tecnológicas, pois o aprimoramento é constante, visto que os produtores precisam atender a demanda de produção em alta escala e os índices de requisitos básicos para a saúde das aves. Diante disso, a motivação deste estudo foi a criação de um sistema semiautomático para otimizar o conforto térmico das aves e reduzir o desperdício de ração no processo de criação avícola poedeira de pequenos produtores do interior da região Amazônica de modo a diminuir a mortalidade e maximizar o lucro.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Desenvolver um sistema de baixo custo para otimização do processo de criação convencional de aves poedeiras de pequenos produtores da região Amazônica com ênfase na redução das altas temperaturas nos aviários e desperdícios de ração.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Realizar um levantamento das especificações do sistema de baixo custo;
- Desenvolver um modelo computacional de comedouro semiautomatizado;
- Minimizar o desperdício com a alimentação das aves no processo de produção de ovos de pequenos produtores da região amazônica;
- Implementar um protótipo para o sistema de resfriamento do aviário;
- Mitigar o calor no processo de produção de ovos de pequenos produtores da região Amazônica.

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A automação no setor aviário traz grandes benefícios para a produtividade, no entanto, é sabido que, dependendo da tecnologia utilizada, muitas vezes, o processo de modernização dos aviários podem se tornar muito caro, fator que distância os pequenos produtores dessa inovação.

Diante disso, este estudo traz consigo ganho para o setor avícola da região Amazônica criando um sistema semiautomático, com tecnologia de baixo custo, contribuindo com toda a cadeia produtiva da região, de modo a melhorar a produção de ovos, com um menor esforço por parte do trabalhador rural.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura. Este capítulo aborda o cenário da avicultura no Brasil, o bem-estar das aves contra a produtividade, o sistema avicultor de galinhas poedeiras na Amazônia realizada por pequenos produtores e, por fim, a abordagem de um sistema automatizado para avicultura poedeira.

O capítulo 3 apresenta a metodologia experimental do trabalho.

Já capítulo 4 apresenta o resultado e a discussão. Neste capítulo é apresentada a proposta do modelo semiautomático para o processo de criação convencional de aves poedeiras de pequenos produtores da região Amazônica e são tecidos os comentários sobre como esse sistema pode contribuir e suas vantagens em relação ao modelo utilizado atualmente.

O capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões dos sistemas que podem ser adotados para melhorar ainda mais o modelo protagonizado nesta dissertação.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - CENÁRIO DA AVICULTURA DE POSTURA NO BRASIL

A avicultura é o setor do agronegócio brasileiro que mais investiu em tecnologia nos últimos 20 anos, proporcionando uma expressiva evolução na produção. O exercício desta atividade está conectado aos constantes ganhos em produtividade, devido à evolução nos índices de conversão alimentar, melhoramento genético, maior automação dos aviários e melhor manejo (APA, 2005).

O ovo ocupa o quinto lugar no (classificação) das proteínas mais consumidas no mundo, ficando atrás do leite, dos pescados, suínos e frangos e à frente dos bovinos (AMARAL *et al.*, 2016). No Brasil, segundo informações do Ministério da Agricultura, no primeiro trimestre de 2019 houve um aumento de 11% no consumo de ovo.

Essas novas convergências são refletidas nos recordes da produção nacional. Esse aumento de produção não é atual, pois, avaliando o histórico da produção brasileira nos últimos 30 anos, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), o país apresentou um constante aumento na produção de ovos, com pequenas retrações ao longo dos anos, refletindo em um acréscimo de cerca de 47% só na última década, podendo ser visualizado na Figura 2.1.

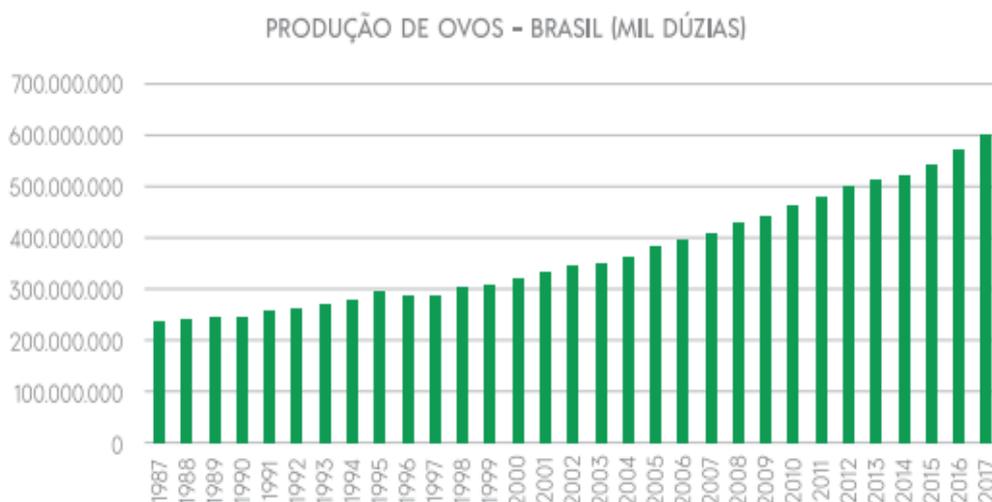


Figura 2.1 - Evolução da produção de ovos nos últimos 30 anos.
Fonte: IBGE (2018).

Na produção de ovos o Brasil se encontra entre os 10 maiores produtores mundiais. O levantamento feito pela Associação Brasileira de Proteína Animal-ABPA mostra que a produção brasileira de ovos totalizou no ano de 2019, com 49 bilhões de unidades, recorde que superou em 10,1% a produção do ano anterior, chegando a 230 unidades por cabeça de ovos consumidos, conforme (Tabela 2.1) (ABPA, 2020). Essas estatísticas demonstram o movimento promissor desse setor produtivo. Já nos países desenvolvidos como Japão e EUA chega a ser consumido por cabeça anual de 258 a 373 ovos. Outros países como México e China com um consumo "per capita" anual de 301 a 363 ovos (ABPA, 2020).

Tabela 2.1 - Produção brasileira de ovos (unidade), número de matrizes alojadas e consumo per capita (ovos/ano) do país, entre os anos de 2010 a 2019.

Ano	Ovos (uni)	Cabeças	CONSUMO PERCAPITA
			Ovos (ano)
2010	28.851.931.850	78.227.672	148
2011	31.554.292.134	79.549.312	162
2012	31.775.108.157	85.587.540	161
2013	34.120.752.431	91.101.977	168
2014	37.245.133.102	94.010.361	182
2015	39.511.378.639	91.272.925	191
2016	39.181.839.294	92.777.402	190
2017	39.923.119.357	105.592.179	192
2018	44.572.834.456	111.146.411	212
2019	49.055.709.215	118.498.994	230

Fonte: Adaptado de ABPA (2020).

Para a ABPA (2019) apenas 0,41% foram exportados, sendo que 99,59% da produção destinou-se ao mercado interno. Ainda considerando a baixa parcela exportada, 39% destes foram industrializados e 62% *in natura*. Entretanto, o aumento nas exportações apresentado pela CIAS/EMBRAPA é altamente expressivo, mesmo ponderando que em relação ao volume total produzido as taxas são pequenas (ABPA, 2020).

A relação dos Estados exportadores pode ser observada abaixo, na Figura 2.2. Esses dados referem-se ao ano de 2019. Ressalta-se o destino dessa exportação para os

países da África, América, Ásia, Europa-Extra UE, Oceania, Oriente Médio e União Europeia (ABPA, 2020).

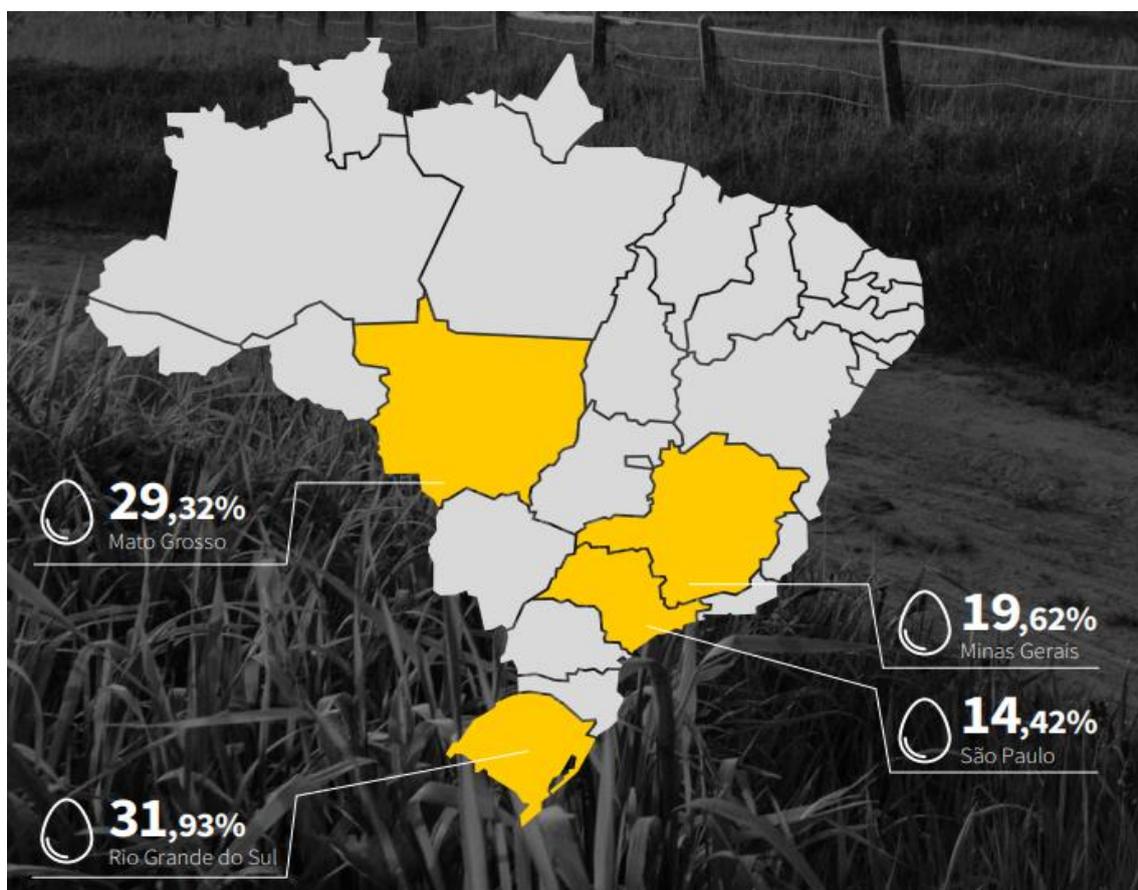


Figura 2.2 - Estados exportadores de ovos, em % no ano de 2019.

Fonte: Adaptado de ABPA (2020).

Compreende-se que os maiores produtores de ovos também são grandes consumidores apesar da mudança na exportação, a produção e o mercado interno estão firmados no Brasil. O crescente consumo de ovos no país estimula o desenvolvimento da atividade, o que permite a abertura para o mercado externo (ABPA, 2020).

Segundo a ABPA, o alojamento de pintainhas em 2019, pode ser observado na Figura 2.3, verifica-se que São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais, são responsáveis por 53,79% da produção brasileira.

No Amazonas, conforme os dados do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário Florestal Sustentável do Amazonas - o IDAM - cada amazonense consome por ano 130 ovos, considerando apenas a produção dos municípios do estado. Ainda conforme o IDAM, a avicultura industrial se concentra na região metropolitana de Manaus e os principais municípios produtores são: Manaus, Rio Preto da Eva,

Irاندuba, Manacapuru e Itacoatiara, no eixo das rodovias BR-174 (Manaus-Boa Vista), AM-010 (Manaus-Itacoatiara) e AM-070 (Manaus-Manacapuru).

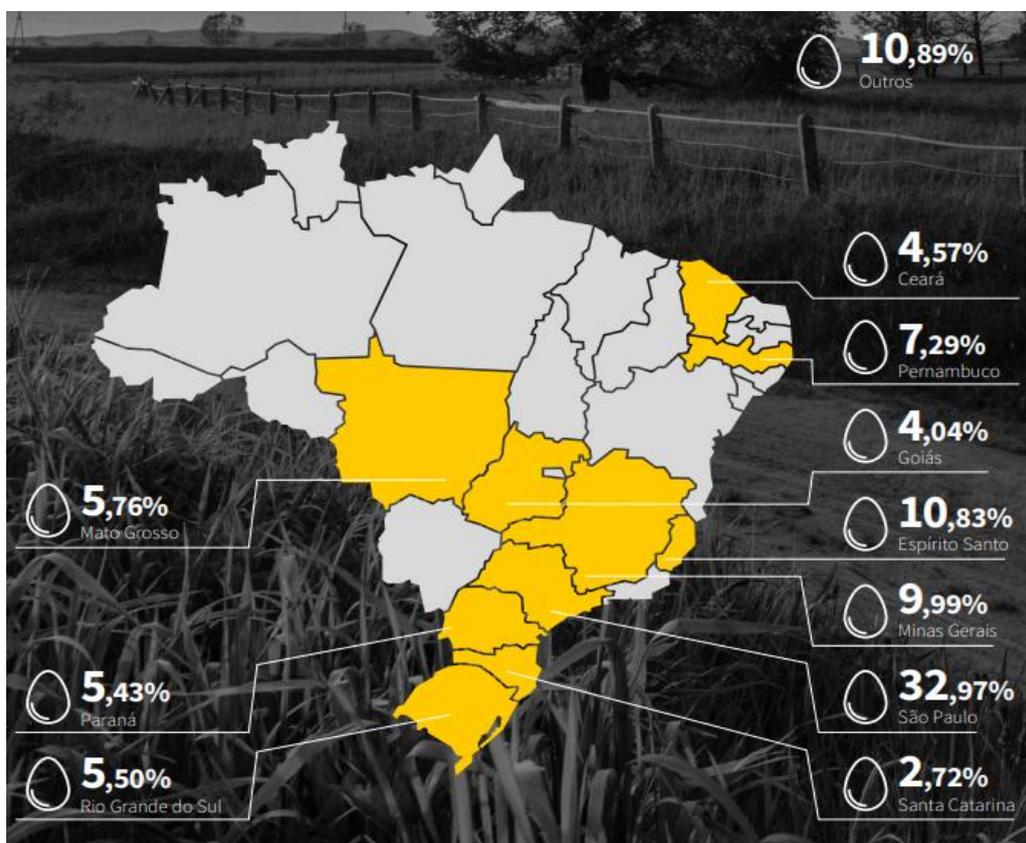


Figura 2.3 - Alojamento de pintainhas por estado, em % no ano de 2019.
Fonte: Adaptado de ABPA (2020).

2.1.1 - Bem-estar animal x produtividade

O aumento da demanda por alimentos em decorrência do aumento da população mundial é uma questão que mantém sua importância por mais de 50 anos. Os esforços de criação de animais para atender à demanda de proteína animal levam os animais a produzir o máximo de rendimento que sua composição genética permite (GOLDBERG, 2016).

Nos últimos anos, a produção por animal também aumentou devido à melhoria no meio ambiente e nas práticas de manejo. Como os principais objetivos na melhoria do meio ambiente e das práticas de manejo eram maximizar a produção, pouca atenção foi dada ao bem-estar animal. Especialmente após a Segunda Guerra Mundial, a prioridade foi dada aos métodos para aumentar a produtividade visando atender à demanda causada pelo aumento da população e industrialização (KOKNAROGLU;

AKUNAL, 2013).

O bem-estar animal, então, somente se tornou uma questão importante nos últimos anos. Existe um interesse crescente no bem-estar animal em muitos países desenvolvidos, e, especialmente, na União Europeia. Urbanização, mídia, influência de organizações da sociedade civil e aumento da educação e do nível econômico da sociedade são as razões para um maior interesse pelo bem-estar animal. As pessoas começaram a questionar como e em que condições os alimentos chegavam à mesa. As condições em que os animais são criados, transportados e abatidos passaram a chamar a atenção do público (BRAGA *et al.*, 2018).

Ao considerar o bem-estar animal, além da saúde física, o bem-estar psicológico dos animais deve ser considerado. Desta forma, bem-estar é definido como o estado em que uma pessoa ou um animal vive saudável, feliz e com segurança (DUARTE; AFONSO, 2020).

Em um sistema de criação, é preciso avaliar vários fatores, pois os animais se comportam de várias formas quando se relacionam com o ambiente (PERROTA, 2016). Dentre estes fatores pode-se citar as condições fisiológicas que possam demonstrar níveis de estresse, com as mudanças de comportamento e desenvolvimento do animal, permitindo uma avaliação melhor do estado do bem-estar.

Ao falar em bem-estar animal não seria suficiente falar apenas sobre as condições ambientais. Alguns animais podem enfrentar problemas de bem-estar, embora estejam em boas condições ambientais. Como resultado dos esforços de criação, frangos de corte que atingem o peso de mercado com 42 dias de alimentação desenvolvem deformações nas pernas com aspectos negativos para o bem-estar dos animais (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Em termos de bem-estar animal, entre os ramos da produção animal, a avicultura é o ramo mais importante. No método de produção convencional, em galpões com controle ambiental, de 4 a 6 frangos são criados em gaiolas. Os pintos das galinhas poedeiras são criados no chão com cama até a idade de 18 a 20 semanas e, posteriormente, são transferidos para gaiolas onde são criados pelo resto do período de produção. Ativistas dos direitos dos animais protestam contra a criação de galinhas em gaiolas devido à restrição de movimento dos animais, deformação da perna causada pela criação em gaiolas e decapagem para prevenir o canibalismo visto em galinhas engaioladas. O efeito do sistema de alojamento das aves no bem-estar dos frangos pode ser determinado examinando o comportamento, desempenho, parâmetros fisiológicos,

sintomas clínicos, mortalidade e causas de morte (NÄÄS, 2008).

Vários métodos foram desenvolvidos em todo o mundo para a criação de galinhas poedeiras em gaiolas. A partir do início de 2012, a União Europeia proibiu a produção de ovos de mesa em gaiolas de bateria, portanto, os produtores comerciais de ovos são direcionados a três métodos: 1) Gaiolas enriquecidas: são maiores e também equipadas com poleiros, caixas-ninho e cama. 2) Sistemas de celeiro: grandes recintos (celeiros) com cama no chão e liberdade de movimento para as aves no aviário. 3) Sistemas ao ar livre: semelhante aos sistemas de celeiro, mas com acesso a um corredor externo (RIBER, 2010).

Além de ser o método mais econômico de sistema de produção de ovos, as gaiolas de postura também previnem a propagação de doenças. Por essas razões, gaiolas enriquecidas são a categoria de gaiola alternativa que mais chama a atenção. As desvantagens deste sistema são a postura de ovos no chão, irritabilidade das aves e queda de penas (GOLDBERG, 2016).

Padrões de bem-estar relacionados ao atendimento das necessidades de água e ração das aves, todos os sistemas devem ser equipados de forma que todas as galinhas poedeiras tenham:

- Comedouros lineares fornecendo pelo menos 10 cm / galinha ou alimentadores circulares fornecendo pelo menos 4 cm / galinha.
- Bebedouros contínuos com 2,5 cm / galinha ou bebedouros circulares com 1 cm / galinha.
- Todos os animais devem ter acesso à alimentação em intervalos adequados às suas necessidades fisiológicas.
- O equipamento de alimentação e água deve ser projetado, construído, colocado e mantido de forma que a contaminação da comida e da água e os efeitos prejudiciais da competição entre os animais sejam minimizados.
- Todos os animais devem ter acesso a um suprimento de água adequado e um suprimento adequado de água potável diariamente ou conseguir satisfazer suas necessidades de ingestão de líquidos por outros meios.
- A condição corporal, o peso, a qualidade do ovo e a produção devem ser usados para monitorar a eficácia do regime de alimentação (BROOM; MOLENTO 2004).

Segundo a União Brasileira de Avicultura (2008), para um bom manejo e bem-

estar das aves poedeiras, deve ser respeitado às cinco liberdades: livres de medo e angústia; livres de dor, sofrimento e doenças; livres de fome e sede; livres de desconforto; livres para expressar seu comportamento normal (BARBOSA FILHO *et al.*, 2007).

2.1.2 - Conforto térmico das aves de posturas

As aves são animais homeotérmicos sensíveis a temperaturas elevadas, nestas condições sofrem perdas produtivas e econômicas em consequência do estresse térmico que afeta diretamente os índices zootécnicos e a mortalidade. O aumento da temperatura do aviário diminui a capacidade da ave em dissipar calor, levando a uma alcalose respiratória (BROSSI *et al.*, 2009). A produtividade da ave depende das condições térmicas ideais do ambiente do aviário e de acordo com GARCIA *et al.* (2012, p. 4) estas condições incluem a “combinação dos efeitos da temperatura do ar, da umidade relativa, da radiação solar incidente e da velocidade do ar a que a ave está submetida”.

Para SILVA *et al.* (2012) a manutenção da homeotermia torna-se efetiva quando a temperatura ambiental está nos limites da termoneutralidade. Quando expostas a altas temperaturas, as aves não se ajustam de maneira eficaz, podendo esta condição levar a mortalidade delas. A temperatura não é fator único que dificulta o desempenho das aves, estes animais também são sensíveis a umidade relativa do ar, onde os valores médios não podem exceder os percentuais de 75-80%, pois o efeito da temperatura será mais prejudicial quanto maior a umidade. Desta forma, é importante que as aves sejam alojadas em ambientes, onde seja possível o balanço térmico e sua regularização por sistemas automatizados.

ALBINO *et al.* (2014) relataram que estes fatores carecem de ser monitorados e controlados de modo a garantir o bem-estar, a produtividade e a qualidade dos ovos. PEREIRA *et al.* (2008) constataram a correlação entre o ambiente térmico e a qualidade de ovos de duas linhagens de poedeiras comerciais, o aumento da temperatura do ar foi implicado com a formação de ovos de menor percentagem e peso de casca. CAMERINI *et al.* (2013) ressaltaram que com a elevação da temperatura ambiental, as massas dos ovos apresentam valores diminuídos com elevadas temperaturas.

Dessa forma, uma das maiores preocupações com temperaturas elevadas no setor aviário está relacionada com a dificuldade da troca de calor, visto que as aves não dispõem de glândulas sudoríparas, possuindo corpo recoberto por penas, com intuito da

manutenção da temperatura corporal em homeostase. A frequência respiratória dissipa o calor resultando na interferência de muitos processos naturais da ave como a eliminação do CO₂ acarretando minimização e disponibilidade de bicarbonatos (HCO₃) empregados para formar a casca do ovo (ALBINO *et al.*, 2014).

2.1.3 - Alimentação de aves poedeiras: aspectos relacionados a cadeia de produção, custos e desperdícios

Independente do preço do ovo, os gastos com alimentação representam de 60 a 70 % dos custos totais na cadeia de produção. Tradicionalmente, o Brasil sendo um grande produtor de milho e soja, estas duas matérias-primas são as mais utilizadas nas nossas rações. Hoje, já existe produção de outras matérias-primas que podem e devem ser utilizadas para redução do custo das rações (CRUZ, 2017).

O sorgo e o milho são às duas matérias-primas mais disponíveis e sua utilização já é frequente para muitas granjas. Nem sempre as fábricas de rações estão preparadas para a utilização dessas alternativas, dificultando ou impossibilitando sua utilização. A utilização de matérias-primas alternativas ajuda a reduzir os custos da ração e conseqüentemente o custo de produção da caixa de ovos (CRUZ, 2017).

Para uma boa produção de ovos, tanto em quantidade como em qualidade, a poedeira necessita ingerir a quantidade de nutrientes diariamente. Quando a distribuição da ração não é uniforme, algumas aves consomem mais ração do que outras. Fazendo pesagem individual das aves dentro de uma mesma gaiola, observamos que existem aves mais pesadas e mais leves. As aves pesadas produzem mais e são mais persistentes na produção, além de botarem ovos de tamanhos maiores. As aves leves sempre botarão menos ovos de tamanhos menores e a mortalidade também é maior.

A distribuição de ração apesar de parecer uma tarefa simples, nem sempre é, pois, galpões com irregularidade no tamanho e formato dos cochos, desnível dos galpões, dificultam a correta distribuição da ração. É importante adotar manejos para homogeneizar a ração durante o dia, possibilitando que todas as aves consumam a quantidade de ração necessária.

O vazamento nos cochos é um dos grandes problemas de desperdícios nas granjas, estes ocorrem devido a cochos velhos, pequenos e muito cheios. Seja qual for a causa, é importante avaliar o quanto está sendo desperdiçado de ração, e tomar as providências para reduzir ao máximo o desperdício de ração. Com o aumento da

densidade de aves nas gaiolas, é necessário fornecer maior quantidade de ração no cocho, e essa quantidade extra acaba provocando maior desperdício de ração.

Diante disso, o uso de comedouro automatizado seria a solução para a resolução dos problemas apresentados, seja no sentido da pesagem, distribuição e diminuição de desperdícios.

2.2 - AUTOMAÇÃO

A Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra no século XVIII, foi indubitavelmente um dos movimentos responsáveis pela origem do que é conhecido hoje como automação. Tal revolução caracterizou-se primeiramente pela entrada de máquinas simples, que substituíram a força muscular por energia mecânica (SILVEIRA, 2010). Desta forma, automatizar significa inserir no sistema componentes que possam controlar o andamento do processo através de uma programação pré-definida, reduzindo o esforço ou a interferência humana direta (YAMAGUCHI, 2006).

Com o advento da tecnologia e incidência da globalização, a automação de processos industriais é considerada por empresários, gestores e administradores um importante meio para a construção e modernização de plantas industriais no cenário mundial (PINTO *et al.*, 2015). Esse desenvolvimento tecnológico permite gerar impactos econômicos positivos como o aumento da produtividade, da renda e do lucro; e permite gerar impactos sociais como o melhoramento no bem-estar humano e a substituição de trabalhadores primários por novos postos de trabalho mais satisfatórios (LEAL, 2005).

A automação vem acompanhada de fatores que contribuem para mudanças de mercado, incluindo a saturação de produtos, a economia e o avanço político, social e tecnológico (PINTO *et al.*, 2015). Os impactos de difusão de novas tecnologias em um país dependem também da origem tecnológica para a automação.

A ‘*priori*’, a automação industrial permite visualizar o sistema de produção por uma ótica mais ampla através do monitoramento das atividades, da eficiente análise de dados e da geração de informações favoráveis para as tomadas de decisões mais seguras e inteligentes. Assim, todas as áreas envolvidas podem ser positivas em suas responsabilidades, o tempo e recursos, mais bem aproveitados (PANDORFI *et al.*, 2006).

Já a automação de processos é conceituada como um conjunto de técnicas destinadas a tornar automáticas a realização de tarefas, substituindo o esforço muscular ou metal, ou seja, bioenergia humana, por elementos eletromecânicos computáveis (RAMOS, 2015). Por conceito, a empresa que automatiza passa por um processo de automação de mecanismos de funcionamento objetivando a troca de parte do serviço manual de processos mecânicos (RAUSCHKOLB *et al.*, 2012)

O processo de automação busca a eficiência da empresa, diminuir emissão de resíduos de qualquer espécie, maximizar a produção com o menor consumo de energia e/ou matérias-primas e melhorar as condições de segurança, seja material, humana ou de informações (SILVA *et al.*, 2017). Tal processo pode estar presente em uma indústria totalmente automatizada, com robôs ou em uma pequena empresa parcialmente automatizada com alguns equipamentos que auxiliam no processo operacional (DIEDRICH, 2002).

2.2.1 - Automação no sistema aviário de postura

No cenário atualizado de evolução da produção de ovos, um novo panorama é exposto e está em mutação contínua e dinâmica, requerendo alterações e avanços nas infraestruturas, implantando novas práticas de gerenciamento e manejo de aves, constituindo novos níveis de controle de produção e monitoramento de lotes, além de acrescentar novas responsabilidades sociais e ambientais, conectados aos conceitos de bem-estar animal.

Para sanar os problemas da grande demanda por produção de alimentos, a avicultura de postura está migrando do sistema convencional para o sistema automatizado, o que proporciona a minimização de custos, preços finais competitivos no mercado, redução de resíduos e melhor qualidade.

De acordo com AUGUSTO (2007), no sistema automatizado as galinhas poedeiras ficam alojadas em gaiolas verticais ou piramidais, com laterais fechadas por cortinas automatizadas para controle da luz e da temperatura, conforme mostrado na Figura 2.4 (AUGUSTO, 2007). Este sistema proporciona duas formas básicas, diferentes do formato em que as gaiolas são montadas, o sistema vertical e o piramidal. O vertical é totalmente automatizado, possui espaço amplo e útil para as aves, aumentando o conforto e diminuindo risco de estresse, com capacidade de 12 a 13 aves (KILBRA, 2020).



Figura 2.4 - Sistema automatizado vertical de aviário de postura.
Fonte: KILBRA (2020).

As baterias podem chegar até oito andares, o que resulta em um grande nível de produção. Este sistema automatizado possui um mecanismo de gerenciamento do galpão, com tecnologia que controla o abastecimento, a climatização e gerência a produção de ovos, mesmo remotamente. Neste sistema, a distribuição da ração é feita por um transporte de autopropulsão de baixo consumo, o sistema a distribuição da ração, permitindo uma distribuição segura, independentemente da gordura contida na ração. Um dosador de ração, com pesos nas extremidades, evita o desperdício e o acúmulo de ração, além de permitir uma regulação segura em toda a extensão do aviário. O recolhedor de ovos, recolhe os ovos de todos os níveis, simultaneamente, e os transportam, por meio de esteiras até o lugar da classificação, conforme pode-se observar na Figura 2.5.

Segundo KILBRA (2020), o abastecimento de água nas gaiolas é feito através de bebedouros automáticos de *nipple*, e fluxo de água dosado para liberação do líquido. Um dispositivo interessante no sistema automatizado vertical é a bateria em chapa defletora e cabo antibicagem, que evitam o acesso das aves às cintas de ovos, diminuindo quebra de ovos e prejuízos.



Figura 2.5 - Esteira transportadora automatizada de ovos e recolhedor de ovos.
Fonte: KILBRA (2020).

O sistema vertical de gaiolas, com esteira para esterco, reduz a quantidade de amônia na granja se comparado ao sistema convencional ou piramidal. O ar é inflado de maneira forçada, podendo ser ou não aquecido, e direcionado sobre o esterco e aves. A vazão de ar deste sistema é de aproximadamente 0,7 m³/h por ave, e o consumo de energia é de 2.0 Wh/ave ao ano, o que melhora o ambiente para as aves e ajuda a secar os dejetos (BIG DUTCHMAN, 2020). O sistema piramidal assegura a ventilação e iluminação em todos os níveis, como o sistema vertical é totalmente automatizado e possui cavaletes de sustentação industrializados em aço galvanizado, proporciona o alinhamento das gaiolas (Figura 2.6).



Figura 2.6 - Poedeiras confinadas.
Fonte: KILBRA (2020).

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia designada para a construção desta pesquisa baseou-se na natureza de pesquisa aplicada, com vista na abordagem quali-quantitativa, por meios de procedimentos técnicos de um estudo de caso. A abordagem é qualitativa por fazer uma análise documental, pesquisa de mercado e observação da empresa avicultora, e, quantitativa por se tratar de uma abordagem experimental utilizando modelagem matemática de dimensionamento para o galpão aviário, com implantação de equipamentos de baixo custo para testes como ventiladores, nebulizadores e exaustores almejando auxiliar na manutenção e controle da temperatura interna do aviário, além disso, semiautomatizar o processo de alimentação das aves.

Este estudo de caso ocorreu em uma empresa de pequeno porte localizada no município de Eirunepé-Amazonas, a sudoeste da capital do estado, ficando cerca de 1.160 km de Manaus. A propriedade dispõe de um galpão de 120 m² adaptado para as fases de cria e de recria, seguindo as orientações do Manual de Segurança e Qualidade para a Avicultura de Postura da EMBRAPA conforme a ANVISA.



Figura 3.1 - Coleta manual de ovos no sistema convencional na região Amazônica.

Este aviário conta com o sistema convencional de confinamento e o processo de produção é realizado manualmente, tanto o sistema de alimentação quanto para o de climatização. Os dejetos são depositados abaixo das gaiolas, e misturam-se a restos de comida, ovos quebrados, penas e outras impurezas. As descrições desta propriedade representam, de certa forma, a realidade dos pequenos produtores avícolas da Amazônia.

Com a visão de empresa de pequeno porte produtivo do ramo avícola na Amazônia, por meio dessas observações, foram levantadas variáveis que puderam ser melhoradas no ambiente onde se desenvolve esse processo de criação. De posse dessas variáveis, passíveis de mudança, foram aplicados os métodos dedutivos para a uma possível conclusão.

O 1º passo para o desenvolvimento do sistema computacional semiautomatizado no processo de alimentação das aves foi o levantamento do preço dos materiais que foram utilizados conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Materiais utilizados para o sistema de alimentação das aves e seus preços.

Equipamento	Preço unitário
Rosca helicoidal transportadora e chupins	1.000,00
Bicicletas ergométricas	1.210,00
Reservatório para ração	500,00
Roletes de metal	19,00

O 2º passo foi o levantamento das dimensões estruturais do galpão. A partir disso, foi analisado o processo de alimentação que seria utilizado para substituir o processo manual que vinha causando desperdícios com base em pesquisa de mercado para garantir o menor preço. E o 3º e último passo foi a modelagem computacional em programa CADsoftware para produção de figuras 2D e 3D, segundo a Figura 3.2.

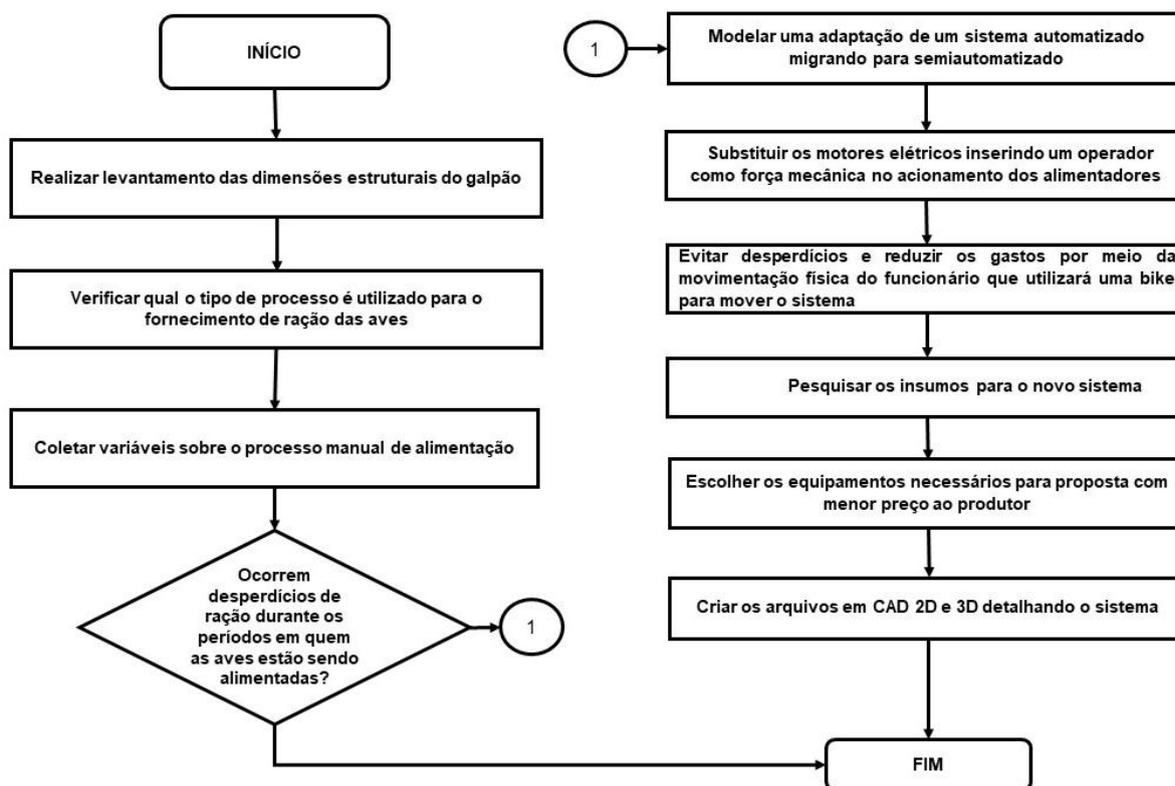


Figura 3.2 - Fluxograma do sistema de alimentação.

Para o desenvolvimento do protótipo do sistema de resfriamento para controle e manutenção da temperatura interna do aviário o 1º passo foi a realização da pesquisa de mercado para levantamento dos materiais utilizados conforme o disposto na Tabela 3.2. O 2º passo foi a análise de acompanhamento mensal da temperatura interna do galpão de modo a verificar o horário que causava desconforto térmico para aves. E por fim, o 3º passo foi a estruturação do protótipo em escala reduzida para testes dos equipamentos segundo a Figura 3.3.

Tabela 3.2 - Equipamento utilizados para o sistema de controle e manutenção da temperatura e seus preços.

Equipamento	Preço unitário
Termostato digital 110V-220V Modelo: W3001.	39,90
Sistema de ventilação Mundo max	676,36
Bico de nebulização	18,00
Tubo ½ pol	19,00

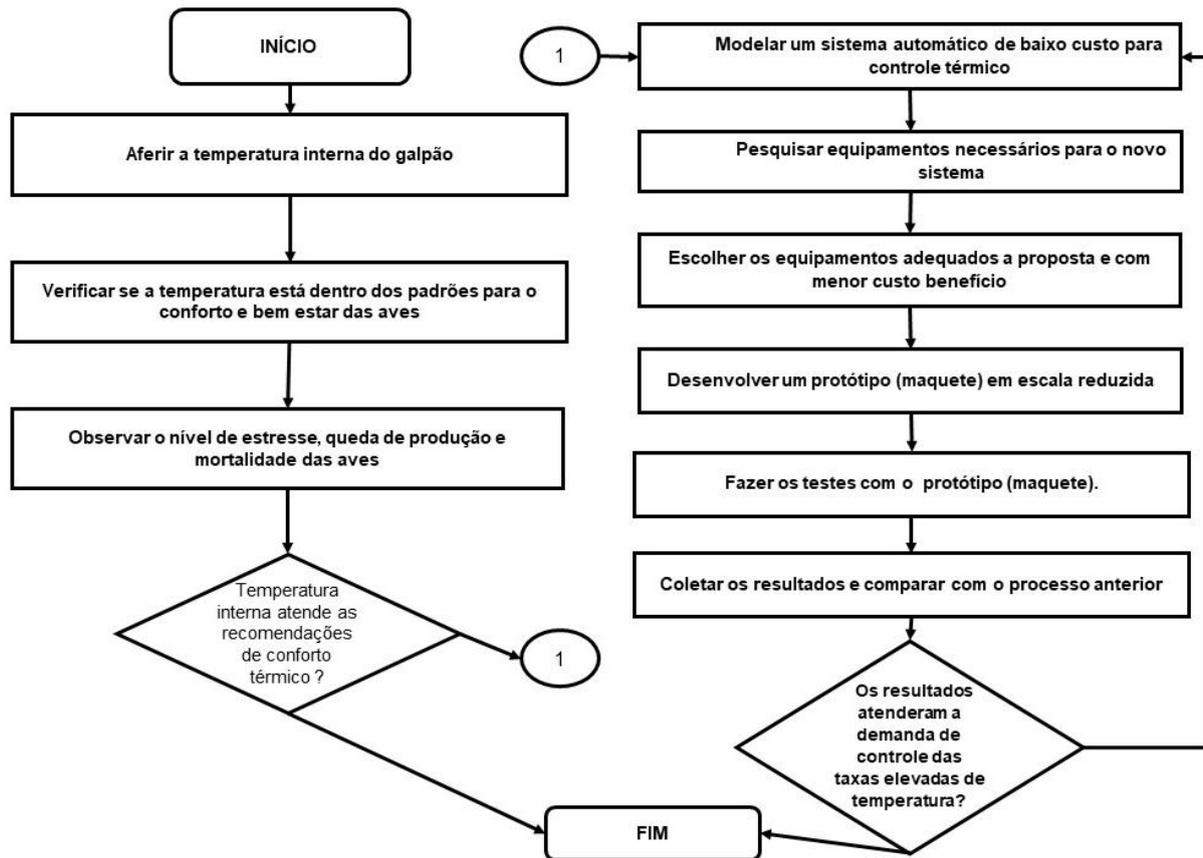


Figura 3.3 - Fluxograma do sistema de climatização.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - ANÁLISE DA ESTRUTURA DO GALPÃO DO AVIÁRIO DE POSTURA

A localização dos galpões é de suma importância para a obtenção de resultados satisfatórios no desenvolvimento da atividade. Em qualquer circunstância, para a instalação de novos complexos avícolas, sempre é preciso um estudo prévio ou planejamento das condições mínimas necessárias ao bom funcionamento das instalações. As exigências relativas ao ambiente dependem sempre do intuito da produção, logo terão ambientes e tratamento diferenciados das aves de corte. Portanto, é extremamente fundamental antes da construção, adaptação, ambientação e equipar o galpão, devendo haver exatamente a finalidade dele. Todavia, alguns pontos são gerais para todas as categorias de abrigos para as aves tais como, proteção contra: chuva, excessos de temperatura (baixa ou elevada), ventos, radiação solar, estresse, poluição do ar, ectoparasitos e endoparasitas, roedores e aves.

A estrutura do galpão foi planejada para mil aves, caracterizando o pequeno produtor e está seguindo as orientações do Manual de Segurança e Qualidade para a Avicultura de Postura da EMBRAPA (2020, p. 36) conforme a ANVISA. A seleção da localidade adequada para implantação do aviário tem em vista a otimização dos processos construtivos, de conforto térmico e sanitários, visando o aproveitamento das vantagens da circulação natural do ar e, evitar a obstrução do ar por outras construções, barreiras naturais ou artificiais. Para a orientação leste-oeste em galpões para confinamento de animais é indicada universalmente, com intuito de tornar mínima a incidência direta do sol sobre os animais através das laterais da instalação, haja vista que, nesse caso, o sol percorre ao longo do dia sobre a cumeeira da instalação.

Relaciona-se a largura do aviário com o clima da região onde ele será construído. Neste caso, têm-se as seguintes medidas: largura até 10m; o pé direito do aviário estabelecido em função da largura adotada, como também o pé direito do aviário, de forma que os dois parâmetros em conjunto favoreçam a ventilação natural no interior do aviário com acondicionamento térmico natural como mostra a Tabela a 4.1.

Tabela 4.1 - Pé direito do aviário em função da largura do aviário.

Largura do Aviário (m)	Pé direto mínimo em climas quentes (m)
até 8	2,80
8 a 9	3,15
9 a 10	3,50
10 a 12	4,20
12 a 14	4,90

O comprimento do aviário deve ser estabelecido para se evitar problemas com terraplanagem, comedouros e bebedouros semiautomáticos. Não deve ultrapassar 200m.

O piso é importante para proteger o interior do aviário contra a entrada de umidade e facilitar o manejo. Este deve ser de material lavável, impermeável, não liso com espessura de 6 a 8cm de concreto no traço 1:4:8 (cimento, areia e brita) ou 1:10 (cimento e cascalho), revestido com 2cm de espessura de argamassa 1:4 (cimento e areia). A mureta deve ter a menor altura possível, cerca de 0,2 m, permitindo a entrada do ar no nível das aves, evitando a entrada de água de chuva e que a cama seja arremessada para fora do aviário.

Entre a borda da mureta e o telhado deve ser colocada uma tela de arame à prova de pássaros e insetos, como também a instalação de cortinas para evitar penetração de sol e chuva e controlar a ventilação no interior do aviário. O telhado deve ser de material com grande resistência térmica, como o sapé ou a telha cerâmica. Impreterivelmente, devem-se evitar as telhas de alumínio ou zinco, devido ao barulho ocasionado durante a estação chuvosa; assim como também as telhas de cimento amianto com 4mm de espessura, pois fornecem menor conforto para as aves. O material ideal para a cobertura deve ter alta refletividade solar e alta emissividade térmica na superfície superior e baixa refletividade solar e emissividade térmica na superfície inferior.

4.2 - SISTEMA SEMIAUTOMATIZADO DE COMEDOUROS E COLETA DE OVOS

A alimentação de frangos exige tempo mão de obra, se considerarmos sua realização de forma manual, o criador costuma fornecer o alimento semeando-o de gaiola em gaiola. Esta forma manual desponta para problemas ao fazê-la assim,

podendo haver contaminação da ração, desperdício de alimentos, por falha humana, já que não é possível uma correta administração da quantia a ser distribuída e a necessidade da presença dos responsáveis pelo fornecimento desta ração, o que dificulta que estes indivíduos venham realizar outras tarefas.

Com o objetivo de sanar os problemas acima descritos, um comedouro semiautomático é proposto de modo a semiautomatizar o processo de alimentação, diminuindo o tempo de serviço dispendido com a alimentação, levando a quantidade correta para as aves e possibilitando ao criador o cumprimento de outras obrigações e minimizando a perda de ração.

Ao projetar o comedouro, considerou-se a necessidade de armazenar os alimentos, administrar as sobras e a quantidade a ser fornecida. Dessa forma, sugere-se o sistema vertical de aviário de postura, utilizando o modelo montado em pirâmides de até 6 pisos de altura, onde as gaiolas serão dispostas em duas baterias confeccionadas com arame galvanizado, com comedouros em chapa galvalume na parte da frente das gaiolas (Figura 4.1).



Figura 4.1 - Sistema semiautomatizado de comedouros e coleta de ovos.

Neste sistema sugere-se que a distribuição da alimentação seja feita por caçamba confeccionada em chapa de aço galvalume com capacidade a partir de 240 kg que se move sobre trilhos perfilados confeccionados em chapa de aço galvanizado, bicos dosadores com regulagem e raspadores (Figura 4.2). Essa distribuição da ração será realizada com o sistema elevado e de maneira precisa, o comedouro desce sob os trilhos,

põe a ração até o final da bateria de gaiolas e depois retorna. Já para a coleta de ovos, sugere-se a utilização de esteira com tracionamento duplo nas laterais para garantir maior estabilidade no transporte dos ovos e conseqüentemente menor índice de trincas.

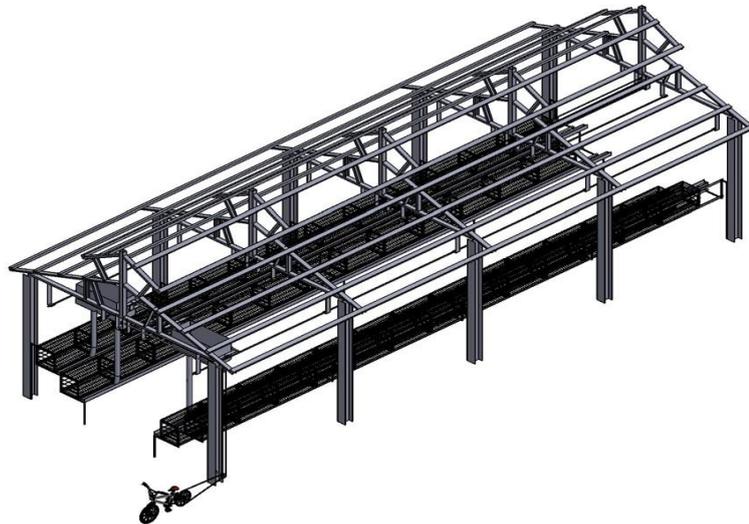


Figura 4.2 - Criadeiras para avicultura confeccionadas com arame galvanizado, montadas em pirâmides. Comedouros em chapa galvalume. Com automação do sistema de alimentação e coleta de ovos.

Para garantir a redução dos custos, ao invés de utilizar motores movidos a energia elétrica ou energia por combustíveis de petróleo, o acionamento da distribuição da alimentação e coleta dos ovos sugere-se a integração dos equipamentos a uma bicicleta com sistema de engrenagens para o acionamento, utilizando dessa forma a energia mecânica. (Figura 4.3). E para maximizar o desempenho do processo, sugere-se a adoção de duas bicicletas, uma para cada bateria de gaiolas (Figura 4.3).

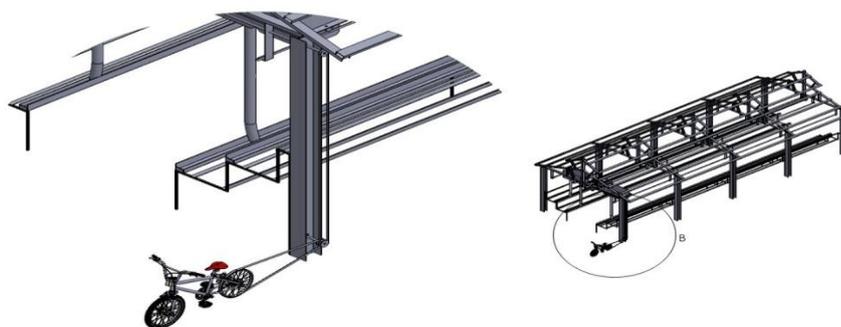


Figura 4.3 - Acoplamento da bicicleta no sistema semi-automatizado.



Figura 4.4 - Acoplamento da bicicleta no sistema semiautomatizado em escala 1:100.

4.2.1 - Cálculos do consumo de ração

Após simulação para alimentação de mil aves, comparando o sistema atual utilizado pelo pequeno avicultor, haveria um gasto 7220,36 kg em 18 semanas, esse total inclui 7% de desperdício de ração estipulado para sistema manual realizado pelo pequeno avicultor. Com o sistema semiautomatizado, subtraindo os 7%, chegou a um total de 6748 kg, dessa forma, chegou-se a uma economia de 472,36 kg de ração até a 18ª semana de produção, com o saco da ração de 50kg custando R\$140,00, seriam economizados em reais, um total de R\$ 1.889,44 (Figura 4.5).

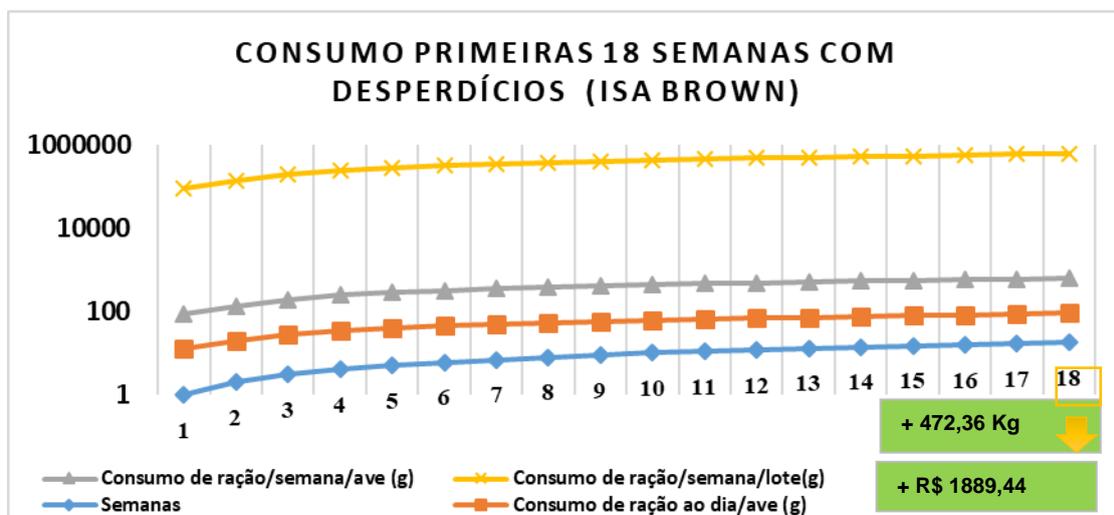


Figura 4.5 - Consumo de ração para as primeiras 18ª semana.

Realizando os cálculos da 18ª semana para até a 65ª semana para o consumo de ração, adotando-se 4% de desperdícios, no sistema convencional seriam gastos 38.787, 84 kg de ração, sem os desperdícios no sistema semiautomatizado seriam gastos um total de 37.296 kg, uma economia de 1491, 84kg de ração (Figura 4.6). Somando o total da economia até a 18ª com o total da 18ª até a 65ª para o consumo de ração, ao todo seriam economizados 1964,20 kg de ração, em reais seriam R\$ 7.856,80.

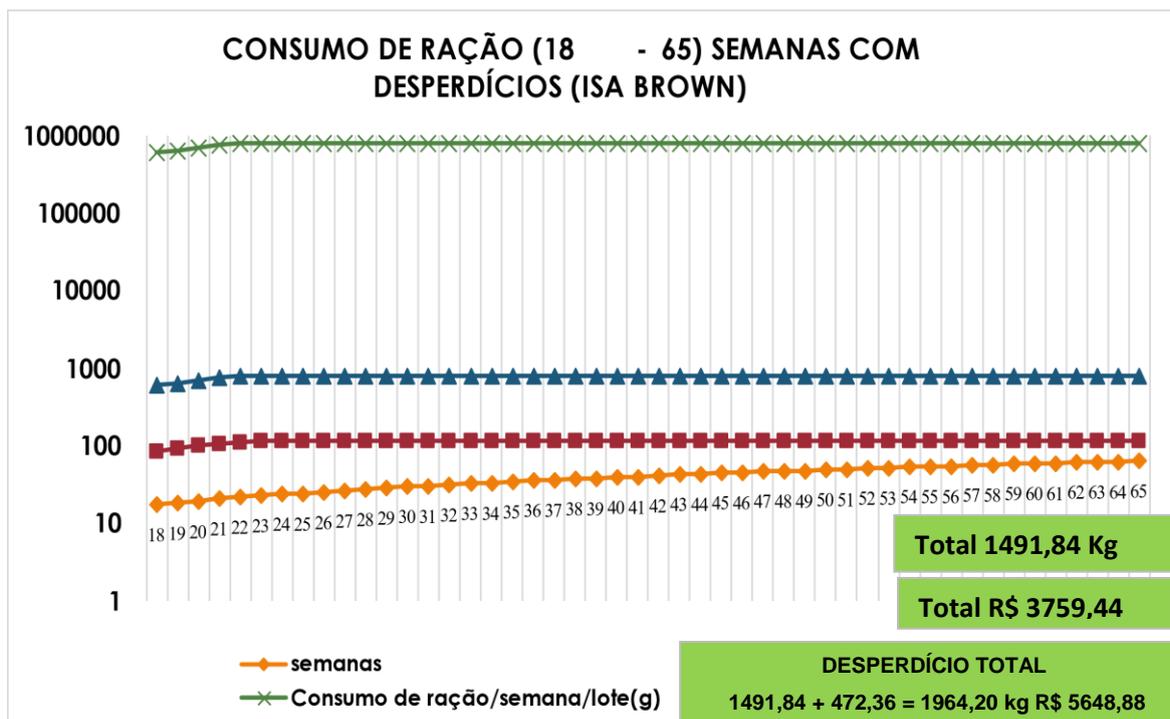


Figura 4.6 - Consumo de ração para as primeiras 18ª à semana 65ª.

4.3 - SISTEMA AUTOMATIZADO PARA REFRIGERAÇÃO DO AVIÁRIO

O sistema de ambientação foi executado por meio um protótipo em escala reduzida de modo a se fazer testes com os ventiladores e os sensores, segundo as fotos (Figura 4.7).

Para o sistema de automação de clima e temperatura, a sugestão é utilizar um sistema de 4 ventiladores da marca Ventisol com dimensões de hélices medindo 1m de diâmetro pesando 13,7Kg na voltagem 220v, motor blindado com 1/2CV de potência, cinco posições na regulagem de inclinação. Os ventos produzidos pelo aparelho alcançam até 25 metros de distância como uma chave de parede com 3 velocidades Mín/Méd/Máx, conforme a figura abaixo (Figura 4.8).

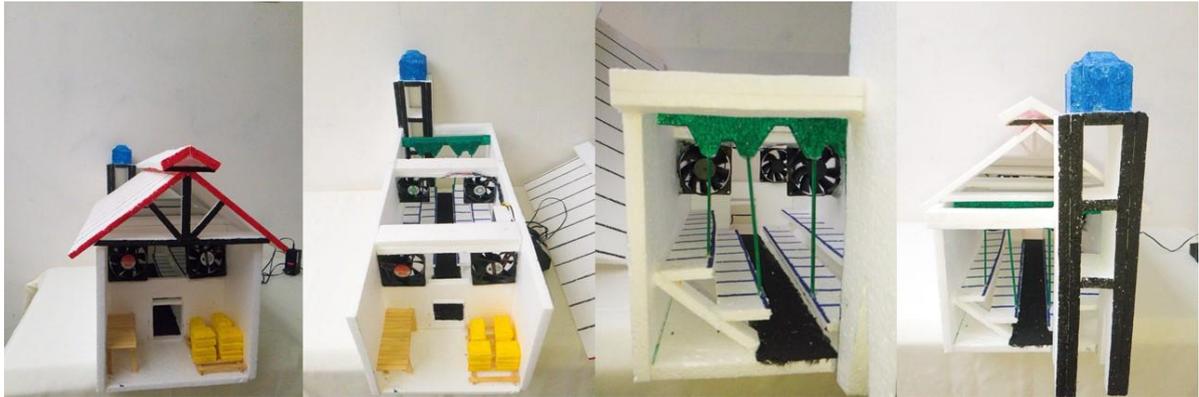


Figura 4.7 - Vistas frontal, lateral, de cima e por dentro do protótipo em escala reduzida do aviário.

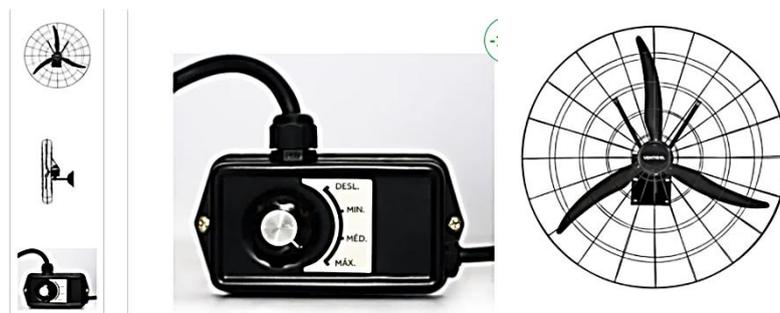


Figura 4.8 - Ventiladores.
Fonte: VENTISOL (2021).

4.3.1 - Cálculos do consumo energético sem o sensor controlador de temperatura

O sistema ficará acionado das 9 horas às 17h contabilizando um total de 8 horas diárias que são os momentos do dia em que as temperaturas estão elevadas propiciando desgaste das aves.

Cada ventilador possui uma potência de $\frac{1}{2}$ CV (cavalo vapor) o que corresponde a um consumo energético de 368 Watt, fazendo a conversão para unidade específica da fornecedora de energia teremos 0,368 quilowatt hora (kW/h). Ficará funcionando por 8 horas diárias durante 30 dias e assim sucessivamente pelo período que o lote estiver produzindo.

Com esses levantamentos de dados e especificações bem como a tarifa da concessionária de energia cobrada na região do interior do Amazonas 0,69 centavos o kw/h, chegou-se ao valor final de R\$ 243,76 reais a se pagar do sistema de ventilação durante o mês ou R\$ 2.925,15 ao ano.

4.3.2 - Consumo energético sem o sensor controlador de temperatura

Tabela 4.2 - Cálculo do consumo energético.

Sem o sensor controlador de temperatura
Mensal = (0,368 (kW/h)) x (8 horas) x (30 dias) x 0,69 centavos = R\$ 243,76 ao mês
Anual = (0,368 (kW/h)) x (8 horas) x (12 meses) x 0,69 centavos = 2.925,15 ao ano.

A partir das análises feitas sobre os equipamentos a serem utilizados na proposta de melhoria do sistema, foi escolhido um sensor controlador de temperatura com valor bem acessível ao pequeno produtor (Termostato digital 110V-220V Modelo: W3001) o qual foi instalado junto ao sistema de ventilação para monitoramento das variações das taxas de temperaturas, que permite acionar/desligar os ventiladores automaticamente quando as dependências do galpão estiverem muito quente, ou seja, acima do conforto térmico das aves visando evitar estresse demasiado e, conseqüentemente, baixa na produção de ovos e mortalidade dos animais.

Com a instalação do sensor controlador, o pequeno produtor reduzirá seus gastos em média de 20 a 30% pois o acionamento será nos intervalados conforme os equipamentos fizerem as leituras de aumentos ou redução do calor e não precisarão ficar mais ligados 8 horas diárias, pois terão autonomia para compensar as perdas e gastos excessivos. Desta forma, foi calculado uma redução média de 25%, além disso, teremos os equipamentos ligados cerca de no máximo 6 horas diárias, ou seja, um ganho de 2 horas. Isso aplicando aos meses com as taxas de temperaturas mais elevadas, assim sendo, nos dias mais amenos essa taxa reduzirá ainda mais.

4.3.3 - Consumo energético com o sensor controlador de temperatura

Tabela 4.3 - Cálculo do consumo energético.

Com o sensor controlador de temperatura
Anual: (0,368 (kW/h)) x (6 horas) x (30 dias) x 0,69 centavos = R\$ 182,82 reais ao mês ou R\$ 2,193,86 ao ano.
Mensal: (0,368 (kW/h)) x (6 horas) x (12 meses) x 0,69 centavos = R\$ 2,193,86 reais ao ano.

Desta maneira teríamos uma economia na conta de energia de 60,94 reais ao mês e 731,31 reais ao ano, ou seja, um ventilador a menos gastando recursos que poderão ser aplicados a outros setores na granja.

Ainda sobre o sistema de ambientação, os bicos nebulizadores (Figura 4.9) acionados ao processo de ventilação reforçará nas reduções das temperaturas ajudando as aves a manterem o conforto térmico. Estes bicos nebulizadores jogam gotículas de água em forma de névoa, que serão espalhados pelos ventos dos ventiladores de pressão positiva que farão a renovação do ar quente dentro do galpão pelo ar mais frio.



Figura 4.9 - Nebulizador.
Fonte: VENTISOL (2021).

SANTOS *et al.* (2017) em estudo sobre os reflexos da tecnologia de automação nos resultados econômicos de aviários integrados a uma empresa do ramo avícola, obtiveram resultados que corroboram com os resultados apresentados nesse estudo, pois concluíram que o investimento em inovação tecnológica na avicultura contribui para melhoria da qualidade dos ovos e, conseqüentemente, traz melhores resultados econômicos.

Da mesma forma, SILVA (2019) estudando um sistema inteligente para controle da climatização de aviários para produção de frangos de corte, concluiu que um protótipo inteligente mostra-se adequado para operacionalizar, de forma automática, a supervisão das variáveis de avaliação do ambiente térmico e o controle de equipamentos relacionados à ambiência térmica de aviários, possibilita a mitigação de condições de estresse térmico no interior de aviários e, conseqüentemente, de perdas de produtividade, sendo uma alternativa para aplicação na agroindústria. Esses dados são compatíveis com resultados apresentados, pois o protótipo implementado mitiga calor e reduz custos na conta de luz.

A construção dos protótipos permitiu materializar ideias para solucionar problemas recorrentes em na avicultura, e a interdisciplinaridade necessária para sua construção possibilitando criar métodos inovadores que facilitam no dia a dia e contribuir para melhorar a produção nesse setor.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

Este trabalho propôs desenvolver um sistema de baixo custo para otimização do processo de criação convencional de aves poedeiras de pequenos produtores da região Amazônica com ênfase na redução das altas temperaturas nos aviários e desperdícios de ração.

Tem-se como conclusão de que os objetivos esperados foram atingidos, como pode ser percebido após análise da discussão dos resultados, como também, mostrando que o protótipo de comedouro desenhado em 2D e 3D minimiza os desperdícios de ração, economizando 1964,20 kg de ração quando o cálculo é aplicado para mil aves em 65 semanas, desta forma sabe-se que quanto maior o número de aves no sistema, maior será o custo benefício em relação aos desperdícios.

A estratégia adotada para o sistema de resfriamento também obteve êxito, pois por meio do protótipo executado em maquete para o sistema de resfriamento do aviário, através dos cálculos realizados, houve uma economia na conta de energia de 60,94 reais ao mês e 731,31 reais ao ano, além de proporcionar a diminuição do calor no processo de produção dos ovos e garantir o bem-estar animal das aves.

Portanto, a construção dos protótipos permitiu materializar ideias para solucionar problemas recorrentes na avicultura de pequenos produtores da região Amazônica, e a interdisciplinaridade necessária para sua construção possibilitando criar métodos inovadores que facilitam no dia a dia e contribuir para melhorar a produção nesse setor.

5.2 - SUGESTÕES

- Sugere-se um estudo com implantação dos sistemas semiautomáticos apresentados de modo a avaliar seu real custo benefício;
- Considerar a utilização de energia limpa reutilizando resíduos no intuito de minimizar os custos com energia elétrica utilizados para a ambientação do aviário;
- Utilizar um sistema automatizado para controle de temperatura baseado em inteligência artificial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Manual técnico de avicultura**. Disponível em: <<https://abpa-br.org/tecnico/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2020, 18h01min.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2019**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 18 outubro, 2020, 22h10min.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2020**. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues.pdf>. Acesso em: 18 outubro, 2020, 10h45min.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2018**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 18 outubro, 2020, 17h15min.

ABREU, P. G. **Sistemas de Produção de Frangos de corte**. EMBRAPA - Suínos e Aves. Boletim técnico, 2003.

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

ALBINO, L. F. T., CARVALHO, B. R., MAIA, R. C., BARROS, V. R. S. M. **Galinhas Poedeiras: Criação e Alimentação**. Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil, 2014. 376p.

ALECRIM, P. D. *et al.* **Low cost fuzzy system applied to the control and supervision of thermal environment in poultry farms**. Eng. Agrícola. 37, 194–205, 2017.

AMARAL, G. F. *et al.* **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 43, p. [167]-207, março. 2016.

ARTABAS. **Equipamentos para Avicultura e Fábrica de Ração**. Catálogos de Produtos. Disponível em: <<http://www.artabas.com.br/Produto/63/sistema-convencional-piramidal>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020, 19h55min.

AUGUSTO, K. V. Z. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em**

sistemas de produção de ovos: Compostagem e Biodigestão Anaeróbia. 2007. 131f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita –. Jaboticabal, 2007.

BARBOSA FILHO, J. A. D. *et al.* Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Engenharia Agrícola.** v.27, p. 93-99, 2007.

BASSI, L.; ALBINO, J. **Manejo de incubatório.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013.

BIG DUTCHMAN BRASIL. **Catálogo de Produtos.** Disponível em: <<http://bigdutchman.com.br/produtos/categorias/avicultura-de-postura>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020, 22h50min.

BRAGA, J. S. *et al.* O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Rev. Bras. Zootecias,** n.19. p.204-226, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Completo.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria>>. Acesso em: 18 outubro, 2020, 18h30min.

BROW, D. M., MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science,** v. 9, p. 1-11, 2004.

CAMARGO, T. F. *et al.* Thermal comfort monitoring in aviaries by a real-time data acquisition system. **Rev. Bras. Eng. Agro. Amb.,** 23(9), 694-701, 2019.

CAMERINI, N. L. *et al.* Efeito do sistema de criação e do ambiente sobre a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Engenharia na agricultura,** Viçosa - MG, v.21, n.4, 2013.

CRUZ, F. G. G., RUFINO, J.P.F. **Formulação e fabricação de rações.** Manaus: EDUA, 2017.

DE ABREU, P. G. Manejo de aviários abertos. In: Embrapa Suínos e Aves Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MANEJO Y SISTEMAS OPERATIVOS EM POLLO DE ENGORDE? AMEVEA, 2014, Bogotá, Colômbia. **Anais:** AMEVEA, Bogotá, 2014.

DRIEDRICH, H. **Utilização de conceitos do sistema Toyota de produção na melhoria de um processo de Fabricação de Calçados.** 2002. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

DUARTE, F. H. G.; AFONSO, M. L. M. Abate de animais para consumo: Tese e antítese do bem-estar animal e dos princípios da medicina veterinária. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 6, p.35854-35874, jun, 2020.

EMBRAPA **Suínos e Aves.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>. Acesso em: 08 junho, 2020.

FERRAZ, P. F. P. *et al.* Performance of chicks subjected to thermal challenge. **Pesquisa . Agropecuária Bras.** 52, 113–120, 2017.

GOLDBERG, A. M. Farm Animal Welfare and Human Health. **Curr Environ Health Rep.**, v. 3, n. 3, p. 313-21, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006.** Base de dados estatísticos. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>>. Acesso em: 18 outubro, 2020.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS. **O clima da Amazônia.** Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fish.html>>. Acesso em: 16 de outubro 2021, 22h13min.

KILBRA. **Avicultura de postura.** Disponível em: <<http://www.kilbra.com.br/pt/produtos/postura/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020, 21h50min.

KOKNAROGLU, H., AKUNAL, T. Animal welfare: an animal science approach. **Meat Sci.**, v. 5, n. 4, p. 821-7, 2013.

LEAL, R. D. G. *et al.* **Impactos sociais e econômicos da robotização: estudos de caso do projeto Roboturb.** Florianópolis, 2005.

NÄÄS, I. A. Princípios de Bem-estar Animal e sua Aplicação na Cadeia Avícola. **Biológico**, v.70, n.2, p.105-106, 2008.

NASCIMENTO, A. *et al.* Protótipo automatizado de aviário para criação de galinha de

postura. In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE (ERBASE), 2019, Ilhéus. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 125-130.

PANDORFI, H. *et al.* Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. **Engenharia Rural**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2006.

PEREIRA, D. F. *et al.* Correlations between thermal environment and egg quality of two layer commercial strains. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 81-88, 2008.

PERROTA, A. P. Abate humanitário e bem-estar animal: A incorporação das contestações em torno da vida e morte de “animais que sentem” nos frigoríficos industriais. **Rev. Antropolítica**, n. 41, Niterói, p.139-172, 2. sem. 2016.

PINTO, J. C. *et al.* Avaliação dos ganhos de produtividade e redução de custos gerados pela automação de processo em uma empresa calçadista: um estudo de caso. **Revista Espacios**, v. 36, n. 16, 2015.

QUEIROZ, M. L. V. *et al.* Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza. **Rev. Ciên. Agron.**, v. 45, n. 2, p. 379-386, abr-jun, 2014.

RAMOS, J. O. **Estudo para automatização das Seccionadoras do Ramal de Entradas da Sustentação 138kv da Ambev**. Repositório de relatórios Engenharia Elétrica, n. 1, 2015.

RAUSCHKOLB, A. S. *et al.* Análise da Viabilidade de Implantação de Projetos de Automação em Pequenas Empresas como Alternativa a Modernização: um estudo de casos em uma microempresa do ramo supermercadista. IX Convibra Administração - **Congresso Virtual Brasileiro de Administração**, 2012.

RIBER, A.B. Development with age of next box use and gregarious nesting in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**. v.12, n.3, p. 24 - 31, 2010.

SANTOS, T. O. Reflexos da tecnologia de automação nos resultados econômicos de aviários integrados a uma empresa do ramo avícola. **XXIV Congresso Brasileiro de Custos** – Florianópolis, SC, Brasil, 15 a 17 de novembro de 2017.

SILVA, C. T. **Sistema inteligente para controle da climatização de aviários para**

produção de frangos de corte. 2020. 72f. Dissertação (Engenharia de Sistemas e Automação). Universidade Federal de Lavras –UFLA. Minas Gerais, 2019.

SILVA, A. P. M. et al. A importância da automação na indústria. **Revista de trabalhos acadêmicos-Universo**, Recife, v. 4, n. 2, 2017.

SILVEIRA, P. R., SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto.** 9º Ed. Editora Érica Ltda. 2010.

TEIXEIRA, V. H. **Construções e Ambiência - instalações para aves e suínos.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 181 p.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

YAMAGUCHI, M. Y. **Sincronização das Bases de Tempo de CLPs Distribuídos numa Rede de Automação de Processo Industrial.** 2006. 142p. Dissertação (Mestrado em Energia e Automação). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.