

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS DE ERECHIM
ÁREA DE ENGENHARIAS E CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

TIAGO ANDRÉ ZORTEA

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE
CLIMATIZAÇÃO DE UM AVIÁRIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ERECHIM - RS
2023**

TIAGO ANDRÉ ZORTEA

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE
CLIMATIZAÇÃO DE UM AVIÁRIO**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Elétrica como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica, Área de
Engenharias e Ciência da Computação da
Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Campus de Erechim.**

Orientador: Prof. Esp. Fernando Luís Tartari
Peres

**ERECHIM - RS
2023**

TIAGO ANDRÉ ZORTEA

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE
CLIMATIZAÇÃO DE UM AVIÁRIO**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Elétrica como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica, Área de
Engenharias e Ciência da Computação da
Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões – Campus de Erechim.**

Erechim, 13 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Fernando Luís Tartari Peres (Orientador)
URI Erechim



Prof.ª Me. Camila Sampaio Reis (Examinadora)
URI Erechim



Prof. Dr. Cássio Luciano Baratieri (Examinador)
URI Erechim

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo e desenvolvimento da automação da climatização de um aviário. Para contextualizar o tema proposto foi realizado uma revisão bibliográfica sobre o histórico de sistemas já existentes, automação, bem como os dispositivos utilizados. O projeto tem como objetivo o controle dos ventiladores, exaustores e bomba de aspersão de forma automática, conforme temperatura e umidade do ar desejada. Para tanto, realizou-se um estudo do funcionamento do sistema atual e dos principais problemas apresentados no processo de climatização do ambiente. A partir dessa situação, propõe-se um projeto de automação do sistema. O projeto de automação tem como principal dispositivo, o controlador lógico programável WEG CLIC 02 12HR-D, onde é realizada a programação da lógica da automação em linguagem Ladder. Por fim, foram apresentados os resultados das simulações em ambiente computacional e implantado no Aviário. Os resultados com a automação demonstraram eficiência, melhoraram o bem estar das aves e como consequência houve um aumento na produtividade da granja.

Palavras-chave: Climatização, Automação, Aviário.

ABSTRACT

This work presents the study and development of the automation of a poultry house's climate control. A literature review on existing systems, automation, and devices was carried out to contextualize the proposed topic. The project aims to automatically control fans, exhaust fans, and spray pumps based on desired temperature and humidity. An analysis of the current system's operation and the main problems in the climate control process was conducted. Based on this situation, a system automation project was proposed. The main device in the automation project is the WEG CLIC 02 12HR-D programmable logic controller, where automation logic is programmed using ladder language. Finally, simulation results were presented and implemented in the poultry house. The automation results demonstrated efficiency, improved bird welfare, and consequently increased farm productivity.

Keywords: Climate control, Automation, Aviary.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Método de pressão negativa e positiva.	5
Figura 2 - Sistema de ventilação.....	6
Figura 3 - Sistema de aspersão	9
Figura 4 - Estrutura do CLP	11
Figura 5 - Ciclo de varredura do CLP.....	12
Figura 6 - Linguagem ladder.	13
Figura 7 – Coleta de dados	17
Figura 8 - Pontos de coleta de dados de temperatura e umidade da lateral esquerda.	18
Figura 9 - Lado direito de coleta de dados de temperatura e umidade.	19
Figura 10 - Coleta de dados de temperatura e umidade. do centro.....	19
Figura 11 - Transmissor de temperatura e umidade	20
Figura 12 - Controlador lógico programável.....	21
Figura 13 – Fonte de tensão 24 V.	22
Figura 14 – Dispositivos de Automação.	22
Figura 15 - Sensor para aferição de temperatura e umidade	23
Figura 16 - Arquitetura da comunicação do sistema	25
Figura 17 - Ponto de instalação sensor.....	28
Figura 18 - Sistema operando.....	29
Figura 19 - Acionamento automático do sistema	30
Figura 20 - Acionamento bomba aspersão	31
Figura 21 - Tampa do quadro de comando	32
Figura 22 - Quadro de comando	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coleta junho de 2023.....	24
Tabela 2 - Coleta dezembro de 2023.	24
Tabela 3 - Descrição das entradas.....	26
Tabela 4 - Descrição das saídas	26
Tabela 5 - Orçamento do sistema	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/D	Analógico/ Digital
CLP	Controlador Lógico Programável
D/A	Digital/ Analógico
FBD	<i>Funciona Block Diagram</i>
HP	<i>Horse Power</i>
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
IL	<i>Instruction List</i>
LD	<i>Ladder Diagram</i>
ST	<i>Structured Text</i>
CPU	Unidade Central de Processamento
V	Volts
A	Ampere
NR12	Norma Regulamentadora número 12- Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa de pesquisa	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo geral.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Sistema de ventilação em Avicultura	4
2.1.1 Funcionamento e aplicação de sistemas de ventilação	5
2.1.2 Benefícios e desafios associados ao uso do sistema de ventilação	6
2.2 Sistema de aspersão em Avicultura.....	7
2.2.1 Funcionamento e aplicação de sistemas de aspersão	7
2.2.2 Benefícios e desafios associados ao uso do sistema de aspersão	8
2.3 Automação de sistemas de controle.....	9
2.3.1 Fundamentos da automação de sistemas de controle	9
2.3.2 Controlador lógico programável (CLP).....	10
2.3.5 Sensores	13
3 METODOLOGIA	14
3.1 Descrição do processo atual.....	14
3.1.1 Qualidade do ar	14
3.1.2 Temperatura do ar.....	15
3.1.3 Importância dos cuidados com a ventilação e umidificação.....	15
3.2 Aspectos essenciais da automação: requisitos e características.	16
3.3 Procedimento de coleta de dados antes da Automação	17
3.3.1 Pontos alternativos da coleta.....	18
3.4 Instrumentos e equipamentos do projeto.....	20
3.4.1 Sensores utilizados	20
3.4.2 Controlador do sistema	21
3.4.3 Fonte chaveada	22
3.4.4 Componentes de comando	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1 Coleta de dados de temperatura e umidade do ar	23
4.1.1 Tabelas com as medições.....	23
4.2 Comunicação dos dispositivos	25
4.3 Programação do controlador.....	25
4.4 Parametrização e posicionamento dos sensores.....	27
4.5 Simulação e testes.....	28
4.6 Quadro de comando	31
4.6.1 Orçamento do Projeto.....	34
5 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICE A – LÓGICA DA PROGRAMAÇÃO EM LADDER DA AUTOMAÇÃO.....	38

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de implementar e viabilizar um sistema de climatização automático em uma granja de postura. Para a criação de aves, deve-se ter um manejo rigoroso e cauteloso onde o produtor deve estar atento a todos os detalhes e procedimentos de criação para que o produto final, ovos *in natura*, seja entregue com qualidade, tendo assim o produtor um retorno financeiro melhor.

Entretanto, para garantir uma boa qualidade de vida para as aves, são necessários três pilares: nutrição, iluminação e a climatização. Não o mais importante, mas o mais difícil de controlar, na climatização garantir uma boa temperatura e umidificação do ar são fatores essenciais para o bem-estar, o desempenho produtivo e a saúde das aves (OLIVEIRA, 2017).

Porém esse cuidado na granja em questão é feito de maneira manual e isso exige muito esforço e horas de trabalho, sendo necessário ter duas ou mais pessoas para atender o serviço do local.

Por isso a automatização do sistema de controle de temperatura e umidade, apresenta-se como uma solução eficiente visando garantir a maximização da produtividade e o conforto das aves. Em um processo de produção não automatizado os chamados desperdícios são a causa mais frequente de perda de competitividade de produtos uma vez que os excedentes de matéria-prima prejudicam a logística, e a produtividade da granja e aumentam os custos de produção (OLIVEIRA, 2017).

A pesquisa terá uma abordagem mista, qualitativa e quantitativa, sendo baseada na estratégia de estudo experimental. Para o estudo, será levado como base uma granja que enfrenta problemas significativos com a climatização das instalações que está de forma inadequada. Para viabilizar e implantar um sistema adequado será coletado e analisado dados sobre a situação atual da climatização do aviário, fazendo isso por meio de medições técnicas e pesquisa documental. Após será projetado e implantado um sistema adequado para minimizar as perdas na produtividade da granja.

Além disso, será analisado os benefícios e impactos esperados com a implementação desse sistema automatizado, tais como o aumento da eficiência produtiva, a redução de custos operacionais, a melhoria das condições de bem-estar animal e a minimização dos riscos de doenças e mortalidade. Por fim, espera-se que este trabalho contribua para o avanço da avicultura de aves de postura, fornecendo subsídios teóricos e práticos para a

implementação desses sistemas automatizados de controle de ventilação e aspersão em galpões.

1.1 Justificativa de pesquisa

O trabalho visa à elaboração de um sistema de comando para o acionamento dos equipamentos responsáveis pela climatização da granja.

No cenário atual, o manejo é totalmente feito de forma manual, o que está se tornando cada vez mais desafiador. No entanto, a implementação de sistemas elétricos e automatizados bem projetados pode trazer diversos benefícios significativos.

A utilização de sistemas automatizados em uma granja fornecerá um maior conforto para as aves e praticidade no manejo. Onde o avicultor poderá ter controle total dos equipamentos de climatização, sem a necessidade de estar o tempo todo observando e controlando a temperatura do ambiente ligando e desligando ventiladores ou exaustores e bombas (BOARETTO, 2005).

Outro fator importante é a economia de energia elétrica alcançada com o sistema automático, onde os aparelhos são acionados somente quando necessário.

O sistema automatizado, ao contrário do manual, oferece um controle mais eficiente da climatização, evitando variações bruscas de temperatura que podem prejudicar a criação de aves de postura. Com o auxílio do CLP Clic 02, é possível ajustar a variação da temperatura conforme a preferência do proprietário, sem a necessidade de ligar ou desligar equipamentos manualmente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Estudar e desenvolver a automação do sistema de climatização de um aviário. O projeto fará o controle da temperatura e da umidade do ar conforme necessário.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o processo atual do aviário;
- Propor e implementar a melhoria;
- Análise das tecnologias disponíveis para o controle de clima em aviários;
- Realizar a análise de viabilidade de implementar automação;
- Definir dispositivos que serão utilizados;
- Realizar a simulação do sistema;
- Implementar a automação na granja;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi feito uma revisão de literatura abordando os aspectos teóricos e práticos relacionados à automação do controle de ventilação e aspersão em galpões, especificamente para aves, pois o aviário em estudo é de aves do tipo codornas de postura. Serão explorados conceitos de sensores, atuadores, sistemas de monitoramento e controle, bem como a programação de um CLP e integração de dispositivos que controlarão o sistema.

2.1 Sistema de ventilação em Avicultura

A ventilação é um elemento essencial na avicultura, desempenhando um papel crucial no bem-estar e na saúde das aves criadas em ambientes controlados. No contexto avícola, diversos conceitos básicos e tipos de ventilação são amplamente empregados, visando garantir condições ideais para o desenvolvimento das aves.

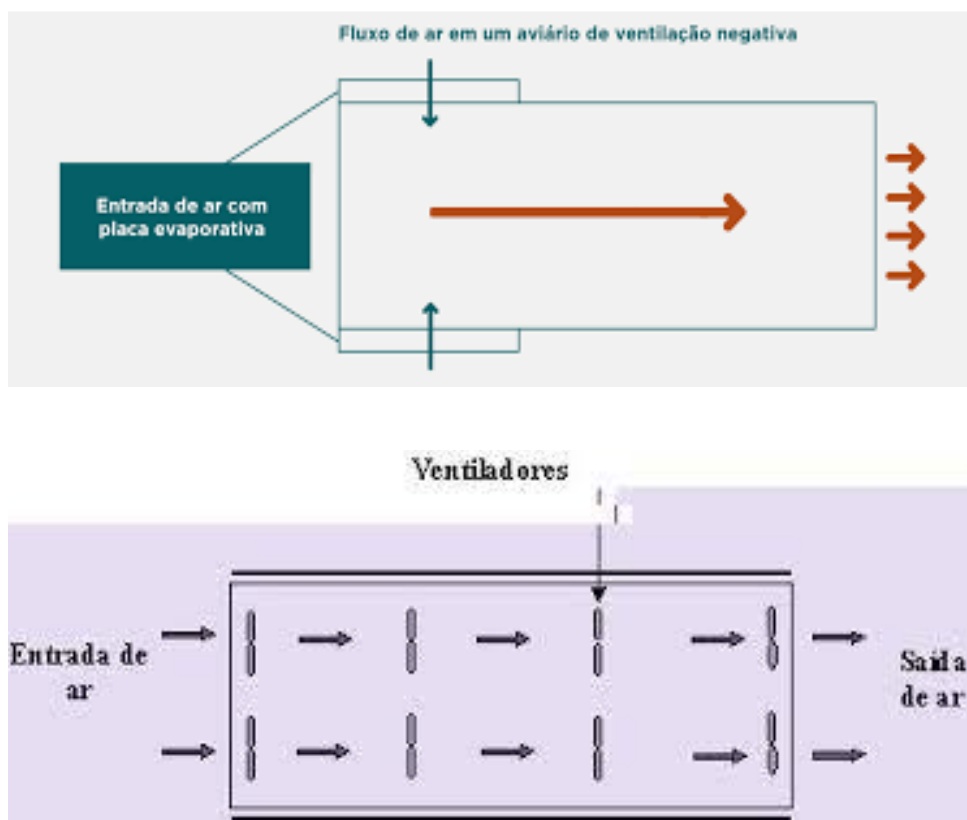
Cabe ressaltar, ainda que a ventilação natural é um método tradicional utilizado em aviários convencionais, baseado na circulação do ar por meio do método de pressão positiva mostrada na figura 1 que funciona através da abertura das instalações avícolas, como janelas, cortinas e ventiladores para retirada do ar quente de dentro do galpão (SANTOS, 2019).

Por outro lado, a ventilação mecânica de pressão negativa ilustrada na figura 1 na parte inferior, utiliza ventiladores, exaustores e placas evaporativas para promover o controle eficiente da temperatura, umidade e qualidade do ar, proporcionando um ambiente adequado para as aves.

Além disso, é importante destacar a ventilação negativa, mencionada por Santos (2019), que consiste na pressurização das instalações para evitar a entrada de agentes externos prejudiciais à saúde das aves.

Nesse sentido, o conhecimento dos conceitos básicos e tipos de ventilação é imprescindível para a implementação de estratégias eficientes na avicultura, garantindo o sucesso produtivo e o bem-estar animal (PINHEIRO, 2015).

Figura 1 - Método de pressão negativa e positiva.



Fonte: Site da Embrapa.

O sistema de ventilação mecânica de pressão negativa geralmente é usado em aviários 100% climatizados, com instalações bem vedadas impossibilitando a entrada de ar por outras partes a não ser pelas placas evaporativas. Já no método de pressão positiva os galpões são construídos de forma convencional com telas nas laterais e sem vedação excessiva (SANTOS, 2019).

2.1.1 Funcionamento e aplicação de sistemas de ventilação

O sistema de ventilação desempenha um papel fundamental na climatização de granjas avícolas, permitindo a renovação do ar e a remoção do excesso de calor e umidade produzidos pelas aves e outras fontes.

A ventilação adequada contribui para a melhoria da qualidade do ar, removendo gases tóxicos e partículas suspensas, que podem afetar a saúde das aves. Para isso surgiram tecnologias e sistemas de controle que auxiliam na redução da concentração de poluentes no ambiente (MOURA, 2006).

Borges (2003) investigaram os efeitos do estresse térmico em coelhas e observaram que um sistema de ventilação eficiente pode minimizar o impacto negativo do estresse térmico na produção e no comportamento reprodutivo dos animais. O processo de ventilação em aviários é feito através de ventiladores de grande porte conforme a figura 2.

2.1.2 Benefícios e desafios associados ao uso do sistema de ventilação

Um dos principais desafios enfrentados no uso do sistema de climatização com ventilação e aspersão mostrado na figura 2, em granjas de postura é o controle preciso das condições ambientais. Segundo estudos, é fundamental manter a temperatura e a umidade relativa do ar dentro de faixas adequadas para garantir o conforto térmico das aves. No entanto, alcançar e manter essas condições ideais pode ser um desafio, especialmente em regiões com variações climáticas significativas. Além disso, a interação entre a ventilação e a aspersão requer um equilíbrio cuidadoso para evitar problemas como umidade excessiva ou insuficiente no ambiente avícola (YAN et al., 2022).

Figura 2 - Sistema de ventilação.



Fonte: Site Avic Swine.

Outro desafio associado ao uso do sistema de climatização com ventilação e aspersão em granjas de postura é o projeto e a operação adequados do sistema de ventilação. Estudos apontam que a distribuição uniforme do fluxo de ar é essencial para garantir que todas as áreas da instalação avícola sejam corretamente ventiladas.

No entanto, alcançar essa distribuição uniforme pode ser complicado devido a fatores como a localização e o dimensionamento adequados das aberturas de entrada e saída de ar, bem como a configuração e a posição dos ventiladores.

De acordo com Osorio et. al, (2016), ter um sistema de ventilação e um ambiente controlado para avicultura proporciona diversos benefícios. Primeiramente, permite o equilíbrio correto dos gases que participam do metabolismo das aves, garantindo uma boa disponibilidade de oxigênio para a respiração e a eliminação de gases como dióxido de carbono (CO_2) e amônia (NH_3). Além disso, evita o estresse térmico, que pode levar a uma redução no consumo de alimentos e, em casos mais graves, levar à morte das aves devido a choque térmico.

Outra vantagem é a redução dos custos associados à demanda de energia em sistemas ineficientes que não conseguem controlar a temperatura adequadamente.

2.2 Sistema de aspersão em Avicultura

A utilização de sistemas de aspersão na avicultura tem se mostrado uma estratégia eficiente para o controle e o manejo das condições ambientais nas instalações avícolas. De acordo com Costa (2021), o sistema de aspersão consiste na dispersão de água finamente pulverizada no ambiente, com o objetivo de reduzir a temperatura e promover o resfriamento das aves.

Essa técnica tem sido amplamente adotada em regiões com climas quentes, proporcionando alívio térmico às aves e minimizando os efeitos negativos do estresse causado pelo calor excessivo. Além disso, o sistema de aspersão também contribui para a redução da poeira e a melhoria da qualidade do ar nas instalações, reduzindo os riscos de doenças respiratórias e melhorando o bem-estar das aves.

Com isso, a implementação adequada do sistema de aspersão mostra-se como uma importante medida para o manejo do ambiente avícola, proporcionando benefícios significativos para a saúde e o desempenho das aves (SANTOS et al., 2021).

2.2.1 Funcionamento e aplicação de sistemas de aspersão

O funcionamento e a aplicação de sistemas de aspersão têm sido amplamente estudados e adotados em diversas áreas, incluindo a avicultura. Segundo Santos (2019), o sistema de aspersão consiste na liberação controlada de água pulverizada no ambiente por meio de bicos

aspersores estrategicamente posicionados, como apresentado na figura 3. Esse sistema pode ser implementado tanto em galpões como em áreas externas, visando proporcionar resfriamento e umidade adequada para as aves. Os sistemas de aspersão podem ser acionados automaticamente ou manualmente, permitindo o ajuste preciso da quantidade de água e da frequência de aspersão de acordo com as condições ambientais e as necessidades das aves. Essa flexibilidade de funcionamento torna os sistemas de aspersão altamente adaptáveis e eficazes na manutenção do conforto térmico, na redução do estresse e no bem-estar das aves criadas em ambientes controlados (SARTOR, 2001).

2.2.2 Benefícios e desafios associados ao uso do sistema de aspersão

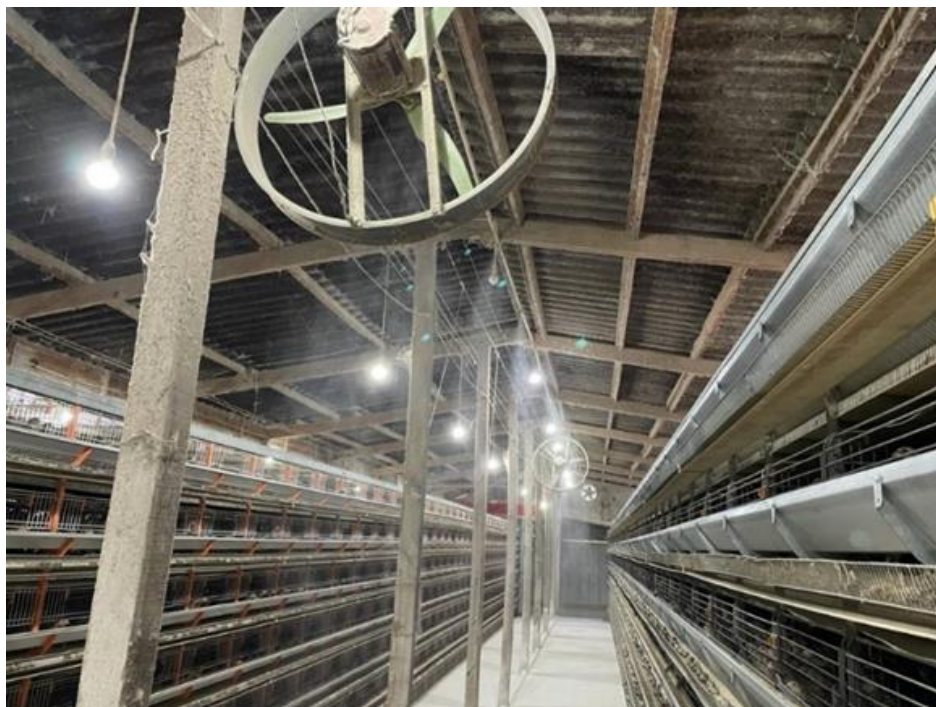
O uso do sistema de aspersão em granjas de postura apresenta uma série de benefícios, mas também traz consigo desafios a serem enfrentados. Os benefícios do sistema de aspersão incluem o resfriamento das aves, o controle da temperatura ambiente e a redução do estresse térmico, uma imagem com a aspersão de um aviário funcionando esta apresentada na figura 3. Esses benefícios contribuem diretamente para o bem-estar das aves, aumentando a produtividade e a qualidade dos ovos (SARTOR, 2001).

No entanto, o uso do sistema de aspersão também traz desafios, como a necessidade de monitoramento e controle adequados para evitar o excesso de umidade e o risco de doenças respiratórias (FERNANDES, 2020). Além disso, é importante considerar os custos operacionais associados ao sistema de aspersão, como o consumo de água e energia elétrica. Portanto, o uso do sistema de aspersão em granjas de postura requer uma abordagem equilibrada, considerando os benefícios proporcionados e a implementação correta para superar os desafios.

2.2.3 Temperatura ideal

A granja em estudo possui aves posturais que são codornas do tipo japônicas, as quais necessitam de uma faixa de temperatura ideal que é entre 25 e 30 °C, e um percentual de umidade do ar de 50 %. Esses parâmetros são para as aves que tenham idade entre 45 dias de vida até o descarte, que é de 1 ano a 1 ano e meio dependendo do percentual de produção que estiverem.

Figura 3 - Sistema de aspersão



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 Automação de sistemas de controle

A automação e os sistemas de controle são áreas da engenharia que buscam otimizar processos e melhorar a eficiência por meio do uso de tecnologia. Eles envolvem o desenvolvimento de sistemas que automatizam tarefas, monitoram e controlam processos, tornando-os mais eficientes, seguros e precisos.

2.3.1 Fundamentos da automação de sistemas de controle

A automação de sistemas de controle desempenha um papel fundamental nas granjas de postura, permitindo o monitoramento e ajuste preciso de variáveis essenciais para o bom funcionamento do ambiente avícola.

De acordo com Santos. (2019), a automação proporciona maior eficiência e confiabilidade no controle de parâmetros como temperatura, umidade, ventilação e iluminação.

Essa abordagem baseia-se em sensores e atuadores que captam informações do ambiente e acionam dispositivos de controle, garantindo condições ideais para as aves. Além

disso, a automação também permite a coleta de dados em tempo real, possibilitando o acompanhamento e análise precisa do desempenho produtivo. Dessa forma, a automação dos sistemas de controle em granjas de postura contribui para a otimização dos processos produtivos, a redução de custos e a melhoria do bem-estar animal (BOARETTO, 2005).

De acordo com Ribeiro (2008), a automação proporciona maior precisão e estabilidade no controle dos parâmetros ambientais, resultando em um ambiente mais estável e previsível para as aves. Isso é especialmente relevante durante variações sazonais e condições climáticas adversas.

Além disso, a automação permite a integração e o controle centralizado de diferentes sistemas, como alimentação, iluminação e monitoramento de segurança, otimizando a eficiência operacional da granja.

Dessa forma, a automação dos sistemas de controle representa uma abordagem avançada e promissora na avicultura de postura, trazendo melhorias significativas na qualidade do ambiente, no desempenho das aves e na eficiência da produção (SOARES, 2014).

2.3.2 Controlador lógico programável (CLP)

A utilização de controladores lógicos programáveis tem desempenhado um papel crucial na automação de granjas, permitindo o controle e a supervisão eficiente de diversas atividades. Os CLP, são dispositivos eletrônicos programáveis que operam com base em uma lógica de controle definida pelo usuário. Eles podem controlar e monitorar diferentes processos, como alimentação, ventilação, iluminação e monitoramento de parâmetros ambientais (OLIVEIRA FILHO, 2021).

Cabe ressaltar, também que os CLP oferecem flexibilidade e adaptabilidade, possibilitando a integração de diversos dispositivos e sensores para o controle automatizado dos sistemas de produção.

Essa tecnologia proporciona maior precisão, confiabilidade e facilidade de programação, resultando em uma operação mais eficiente e otimizada das atividades na granja.

Assim, os Controladores Lógicos Programáveis desempenham um papel fundamental na automação de granjas, trazendo benefícios significativos para o gerenciamento dos processos e a melhoria do desempenho produtivo (FEHRENBACH, 2017).

2.3.3 Funcionamento do controlador lógico programável

A estrutura de um CLP pode ser dividida em três partes: entradas, processamento e saídas. Conforme a figura 4.

Figura 4 - Estrutura do CLP



Fonte: Site Automação industrial.

Os módulos de entrada e saída consistem em grupos de bits que são agrupados em conjuntos de 8 bits (1 byte) ou conjuntos de 16 bits, dependendo do tipo da CPU.

As entradas analógicas são convertidas em valores digitais por meio de módulos conversores A/D, geralmente com uma precisão de 12 bits (4096 combinações).

As saídas analógicas são convertidas de valores binários para sinais analógicos por meio de módulos conversores D/A.

Os sinais dos sensores são conectados às entradas do controlador e, a cada ciclo (varredura), todos esses sinais são lidos e transferidos para a memória interna chamada memória imagem de entrada. Esses sinais são associados entre si e aos sinais internos. No final do ciclo de varredura, os resultados são transferidos para a memória imagem de saída e aplicados aos terminais de saída (PINTO, 2008).

Figura 5 - Ciclo de varredura do CLP



Fonte: Site Automação Industrial

2.3.4 Linguagens de programação do CLP

Existem diversos tipos de linguagem utilizadas para a programação de CLPs, essas linguagens são normatizadas e definidas pela *International Electrotechnical Commission* (IEC Comissão Eletrotécnica Internacional), organizada em 1979 para estudar e avaliar o projeto completo dos controladores lógico programáveis.

Linguagens Gráficas:

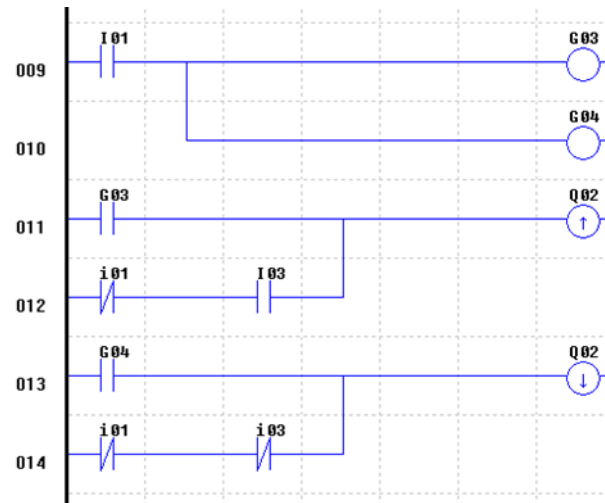
- Diagramas de Funções Sequenciais (*Sequential Function Chart – SFC*), *equivalente ao Graftet*;
- Diagramas de Contatos (*Ladder Diagram – LD*);
- Diagramas de Blocos de Funções (*Function Block Diagram – FBD*).

Linguagens Textuais:

- Lista de Instruções (*Instruction List – IL*);
- Texto Estruturado (*Structured Text – ST*).

Para o projeto foi utilizada a linguagem LD (*Ladder Diagram*) por ser o mais usual e de conhecimento adquirido no curso, um exemplo desse tipo de linguagem está na figura 6.

Figura 6 - Linguagem ladder.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.5 Sensores

Para Moraes e Castrucci (2010), os sensores desempenham um papel fundamental ao transformar variáveis físicas, como posição, velocidade e temperatura, em grandezas elétricas manipuláveis, como tensão ou corrente. Essas grandezas podem ser amplificadas e modificadas por dispositivos eletrônicos, permitindo seu uso em sistemas de controle e monitoramento.

Em alguns casos, o sensor não possui as características elétricas adequadas para ser usado em um sistema de controle. Nesses casos, é necessário utilizar um circuito de interface para manipular o sinal de saída e convertê-lo em um sinal que possa ser lido pelo controlador. O conjunto formado pelo sensor e essa interface é chamado de transdutor, e ele transforma uma grandeza física, como temperatura ou pressão, em um sinal de tensão ou corrente que pode ser facilmente interpretado pelo sistema de controle (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2011).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado a abordagem metodológica adotada, as etapas do estudo, a coleta e análise dos dados, os instrumentos utilizados, a seleção da amostra, entre outros aspectos relevantes para garantir a validade e confiabilidade dos resultados obtidos.

3.1 Descrição do processo atual

Na granja em estudo existem problemas significativos em relação a climatização, já que o tipo de sistema mais eficiente que é o método de ventilação negativa não é viável, pelo motivo que o galpão foi construído antes da determinação do método de climatização. Com isso, o custo para implementar um sistema desse tipo é alto, não viabilizando o sistema.

No entanto o método de ventilação das instalações da granja adotado foi a de pressão positiva, mas nesse método a técnica de climatização requer de análise e cuidados rigoroso para uma boa qualidade do ambiente.

Na granja os ventiladores e aspersores são ligados de maneira totalmente manual. Com isso a uma demanda de trabalho humano é necessária em quase toda parte do dia, principalmente no verão, as vezes necessitando de duas ou mais pessoas para o manejo da granja.

3.1.1 Qualidade do ar

A qualidade do ar em granjas de produção de ovos é um aspecto crucial para o desempenho e o bem-estar das aves. O ar é composto por uma mistura de vapor de água, nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono e traços de outros gases.

No que se refere aos contaminantes presentes no ar, quando em níveis acima dos limites aceitáveis, deixam o ambiente insalubre dentro do galpão das aves.

Os contaminantes incluem partículas sólidas como bactérias, fungos e vírus; e gases como amônia, sulfeto de hidrogênio e dióxido de carbono. Esses contaminantes estão sempre presentes em algum grau no ar do galpão de aves, mas podem ser minimizados com um sistema de ventilação bem gerenciado.

Na granja estudada não há problema com gases de amônia de forma a afetar as aves, pois a retirada das fezes é feita a cada segundo dia de forma rápida através de sistemas de esteira. Mas como o galpão possui um pé direito de 3 metros de altura, onde deveria de ser de

4,5 metros, a temperatura dentro do galpão aumenta de forma rápida pois não a muita ventilação.

A umidade do ar para um ambiente de criação de aves de postura deve ficar entre 50 e 60%, não podendo baixar disso, e nem aumentar mais de 85%, pois passando dessa faixa o excesso de umidade do ar começa a umedecer a superfície das gaiolas contribuindo para a proliferação de bactérias, e doenças respiratórias.

Outro fator relevante é quantidade de partículas no ar, como poeira, penas e também a cal que é utilizado para desinfecção do piso. Isso demanda em um controle de ventilação mínima, onde quando mesmo que não tiver a necessidade de os ventiladores estarem ligados, o mesmo deve ser programado para ligar e desligar a cada período pequeno de tempo para renovar e limpar o ar dentro do galpão.

3.1.2 Temperatura do ar

Um fator comum que acontece na granja estudada são problemas de casos em que ocorre ronqueira nos pulmões das aves e também casos de aumento repentino da proliferação de bactérias coliformes nos animais, fatores que acarretam em doenças respiratórias.

Isso se dá pela variação de temperatura bastante elevada. Essa variação de temperatura segundo funcionários chega a ser entre a faixa de 20 °C e 40 °C, isso ocorre constantemente por motivos em que os equipamentos não são controlados automaticamente, e também porque o sistema de ventilação de pressão positiva se destaca negativamente em relação a estas causas.

Um sistema que já está implantado do galpão é controlado automático das cortinas laterais, o que já colabora para ajustar o clima dentro da instalação. As cortinas se autoajustam conforme o aumento e a diminuição da temperatura, também fazendo um controle de ventilação mínima quando as mesmas estiverem totalmente fechadas. Mas somente este sistema automatizado não é eficiente para uma boa qualidade de estabilização de temperatura.

3.1.3 Importância dos cuidados com a ventilação e umidificação

A ventilação e umidificação controladas em granjas de produção de ovos desempenham um papel fundamental no manejo das condições ambientais internas. Durante o verão principalmente, é essencial controlar o nível de temperatura e umidade para evitar problemas relacionados ao calor.

Na granja as temperaturas excessivas se destacam de forma relativa no verão, pois como a temperatura corporal das aves é alto e a quantidade de aves dentro do galpão é significativa, no inverno as próprias aves produzem o calor para o ambiente, utilizando somente o sistema de cortinas para a troca de ar dentro do galpão.

Tal pratica usada para que o ar quente gerado pelas aves não condense no teto do galpão, fazendo umedecer o mesmo e gotejar sobre as aves e coxos de ração. Mas como as cortinas são nas laterais no meio ainda à condensação no forro causando o gotejamento.

Já no verão o caso se torna consideravelmente preocupante, pois na região onde se localiza a granja a temperatura ambiente varia de muitos graus celsius diariamente. Com isso, acionar manualmente o sistema de climatização, não tem eficiência e controle adequado dos parâmetros.

3.2 Aspectos essenciais da automação: requisitos e características.

No processo de climatização mencionado anteriormente, existem pontos críticos que devem ser considerados. Um desses pontos é a definição dos requisitos do sistema, que desempenha um papel fundamental na elaboração do projeto de automação. Esses requisitos determinam as variáveis que devem ser manipuladas para alcançar os resultados desejados. O sistema proposto deve atender aos seguintes requisitos:

- (a) Controlar os ventiladores e exaustores: O sistema atual opera de forma manual, ou seja, após visualização da temperatura, o funcionário liga ou desliga os ventiladores. Há necessidade de elaborar um sistema automático que a controle.
- (b) Controlar a bomba de Aspersão: A ligação da bomba de aspersão é feita da mesma maneira que os ventiladores, de forma manual. Para melhor distribuição de água é indispensável que isso ocorra de forma automática, conforme umidade do ar atual necessite.
- (c) Partida das linhas de ventiladores individualmente: O controle da partida dos equipamentos deve ser distribuído de forma gradual para que não haja sobrecarga. Esse processo atualmente também é feito de forma manual. O sistema deverá fazer esse processo automaticamente conforme necessitado de temperatura para a partida, e o desligamento consequentemente no efeito cascata também.
- (d) Custo e viabilidade do sistema: Ao implementar um sistema, é essencial considerar o custo e a viabilidade do projeto. Isso inclui avaliar os gastos iniciais e contínuos, bem como

analisar se o sistema é compatível com as necessidades, e realidade da estrutura do galpão da Granja. Essa análise cuidadosa garante uma implementação eficiente e adequada ao projeto proposto.

3.3 Procedimento de coleta de dados antes da Automação

Os dados foram coletados no mês de junho com a intenção de verificar qual será a variação do clima dentro das instalações em relação ao verão. Assim foram coletados os dados em diversos pontos do aviário caracterizando os parâmetros que são presentes na realidade da granja. Com esses dados será possível determinar os pontos no qual deverá ser imposto os sensores para monitorar a temperatura e a umidade relativa do ar dentro do galpão. Na figura 7 apresenta o medidor termo higrômetro que foi usado para a aferição dos dados. Esse medidor possui um sensor de temperatura junto ao painel digital IN, outro OUT na ponta do cabo que mede aproximadamente um metro de comprimento. E também um sensor de umidade junto a painel.

Figura 7 – Coleta de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

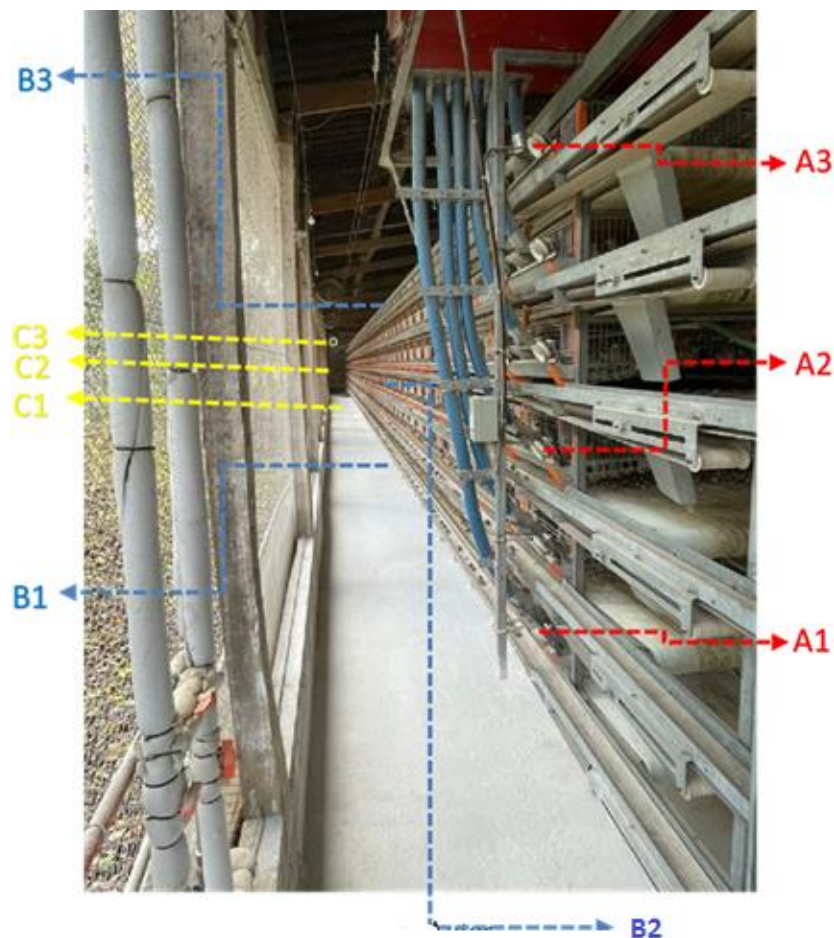
3.3.1 Pontos alternativos da coleta

Na coleta foram analisados pontos nas laterais e no meio. Como a temperatura dentro do galpão varia com a distância do piso até o telhado foi analisado detalhadamente com pontos mais altos (3), intermediário (2) e pontos próximos ao piso (1). Como se apresenta na figura 8 da lateral esquerda do aviário.

Como o vento insufla da frente do aviário para o final do mesmo, é necessário também aferir as temperaturas e porcentagem da umidade do ar no início (A) da bateria, no meio (B) e no final (C), como a figura 9 e 10 apresenta.

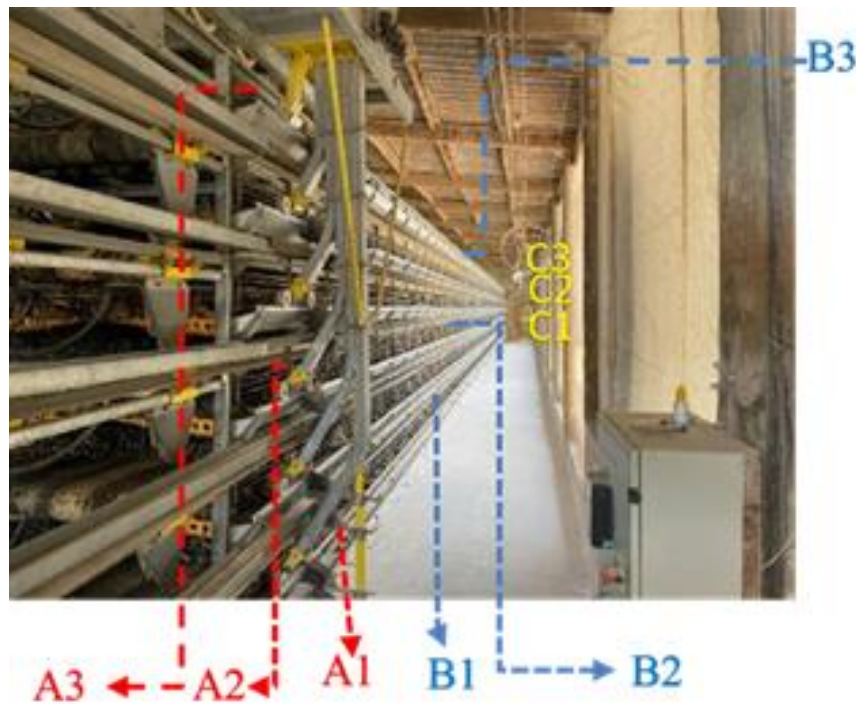
As codornas possuem uma faixa de temperatura corporal bastante elevada como já comentado anteriormente, com isso a temperatura dentro das gaiolas consequentemente é mais elevada, assim foi coletado dados de dentro das gaiolas para melhor interpretação do clima do ambiente.

Figura 8 - Pontos de coleta de dados de temperatura e umidade da lateral esquerda.



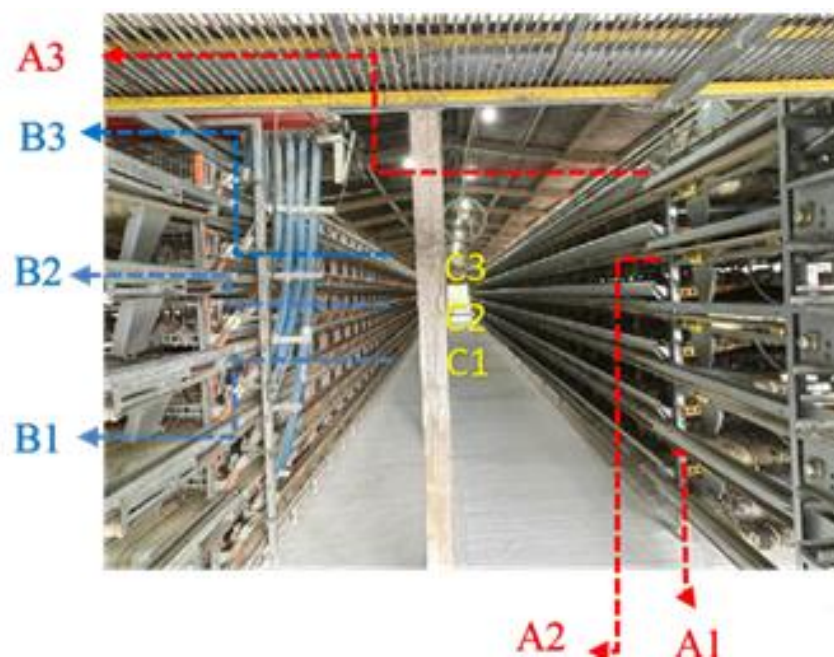
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 - Lado direito de coleta de dados de temperatura e umidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Coleta de dados de temperatura e umidade. do centro



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Instrumentos e equipamentos do projeto

Os dispositivos utilizados no trabalho deverão ser estipulados de maneira que o sistema seja eficiente, garantindo uma melhoria considerável na climatização do aviário, mas de forma que o custo da automação não seja elevado.

3.4.1 Sensores utilizados

Será utilizado sensores do tipo transmissor de temperatura e umidade conforme a figura 11 para o monitoramento do Sistema. O sensor é apropriado para utilização em vácuo, atmosferas oxidantes, redutoras e inertes. Não é recomendado em ambientes com alta umidade, atmosferas contendo enxofre, abaixo de -10°C ou acima de 150°C .

Figura 11 - Transmissor de temperatura e umidade



Fonte: Site Mercado livre.

Especificação:

- Tipo de item: Transmissor de temperatura e umidade Tamanho do produto: Aprox. 147 x 88 x 41 mm/5,79 x 3,46 x 1,61 pol.
- Grau de proteção à prova de poeira: IP 65;
- Fiação da fonte de alimentação: Entrada de alimentação de ampla tensão de 10 ~ 30 V DC, para dispositivos de saída de 0-10 V, apenas 24 V podem ser usados. Interface de saída;
- Fiação: A configuração padrão do dispositivo é ter 2 saídas analógicas independentes

- Material: ABS;
- Peso: 157 g/5,5 oz (aprox.) Fiação
- específica: Item identificação do circuito descrição fonte de alimentação VCC

3.4.2 Controlador do sistema

O controlador lógico programável CLP utilizado será o do modelo Clic 02/ 12 HR-D apresentado na figura 12. A escolha deste controlador foi feita através da indicação do orientador do trabalho, e também pelo seu baixo custo já que a quantia de entradas e saídas do dispositivo são suficientes para o sistema.

Figura 12 - Controlador lógico programável



Fonte: Site da Weg.

Descrição:

- Marca: Weg;
- Modelo: Clic 02 Clw -02 12hr-D 3rd;
- Mat.: 11266102;
- Tensão: 24vdc;
- Entradas Digitais: 6;
- Entradas Analógica: 2;
- Saídas Digitais Relé (8a): 4;

3.4.3 Fonte chaveada

Os comandos atualmente são alimentados através de fontes de corrente contínua ilustrada na figura 13, para melhor segurança na montagem e ajustes dos quadros de comando, assim para a alimentação dos componentes será utilizado uma fonte de alimentação de 24 VCC, 2.5 A, 60 W, chaveada que rebaixa a tensão de 220 VCA para 24 VCC. Possui dois canais de saída com potência de 60W.

Figura 13 – Fonte de tensão 24 V.



Fonte: Site da Mean Well.

3.4.4 Componentes de comando

No sistema de ventilação atual não há um painel de comando adequado, com botoeiras, contadores e relés de proteção conforme itens da figura 14. Para melhor operação, funcionamento e proteção do sistema será montado um quadro de comando com dispositivos de comando e proteção do sistema.

Figura 14 – Dispositivos de Automação.



Fonte: Site da Weg.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão descritos os resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos adotados para analisar o comportamento do sistema de automação. A análise foi realizada em duas etapas, simulação no software clic 02 Edit e após montagem do sistema, onde foram avaliados os desempenhos e as funcionalidades do sistema em cada uma delas.

4.1 Coleta de dados de temperatura e umidade do ar

Figura 15 - Sensor para aferição de temperatura e umidade



Fonte: Site da Exbom.

Na figura 15, o medidor termo higrômetro está mostrando a medida de temperatura de 23.7 °C que era na parte externa da gaiola, ou seja, onde está posicionado o medidor. A mediada de 25,2 °C é a temperatura dentro da gaiola. E os 64% é a umidade relativa do ar no local.

4.1.1 Tabelas com as medições

Os dados da tabela 1 foram coletados no mês de junho. Como nessa época a temperatura ambiente é baixa os valores da tabela estão agradáveis e os parâmetros ideais para as aves. Nesse dia a temperatura ambiente marcava 21 °C e a umidade relativa do ar era de 61%.

Tabela 1 - Coleta junho de 2023.

	LATERAL ESQUERDA			CENTRO			LATERAL DIREITA		
	T(in)	T(out)	(%)	T(in)	T(out)	(%)	T(in)	T(out)	(%)
A1	24,70	23,50	59,00	23,00	24,30	68,00	23,80	24,20	58,00
A2	24,20	27,30	57,00	23,40	25,90	67,00	23,20	23,80	58,00
A3	25,00	29,20	57,00	23,90	24,90	65,00	24,20	23,90	59,00
B1	24,90	25,00	59,00	23,40	25,50	64,00	24,30	24,50	58,00
B2	25,10	26,90	56,00	23,80	24,30	64,00	24,00	24,30	60,00
B3	25,10	24,20	58,00	24,10	24,20	63,00	24,00	24,90	59,00
C1	26,30	25,60	54,00	24,40	26,30	60,00	24,50	23,40	58,00
C2	26,00	24,10	54,00	24,50	25,20	62,00	24,40	23,50	58,00
C3	25,70	25,70	56,00	24,70	26,40	62,00	24,50	24,20	59,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Coleta dezembro de 2023.

	LATERAL ESQUERDA			CENTRO			LATERAL DIREITA		
	T(in)	T(out)	(%)	T(in)	T(out)	(%)	T(in)	T(out)	(%)
A1	25,50	26,50	50,00	26,00	26,00	55,00	25,00	25,10	51,00
A2	25,30	26,10	55,00	25,50	26,10	56,00	26,30	25,20	51,00
A3	27,10	28,00	55,00	25,90	26,20	55,00	26,00	25,90	49,00
B1	25,90	27,00	51,00	27,10	26,40	56,00	26,30	25,50	50,00
B2	26,20	25,70	53,00	25,70	26,50	56,00	25,10	26,30	51,00
B3	25,10	26,00	54,00	26,10	26,70	54,00	25,00	26,10	50,00
C1	27,30	27,50	54,00	26,20	27,10	55,00	25,20	25,40	51,00
C2	26,00	25,50	54,00	26,60	27,00	55,00	26,00	26,00	48,00
C3	25,90	26,00	55,00	26,40	28,00	56,00	26,20	25,40	49,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

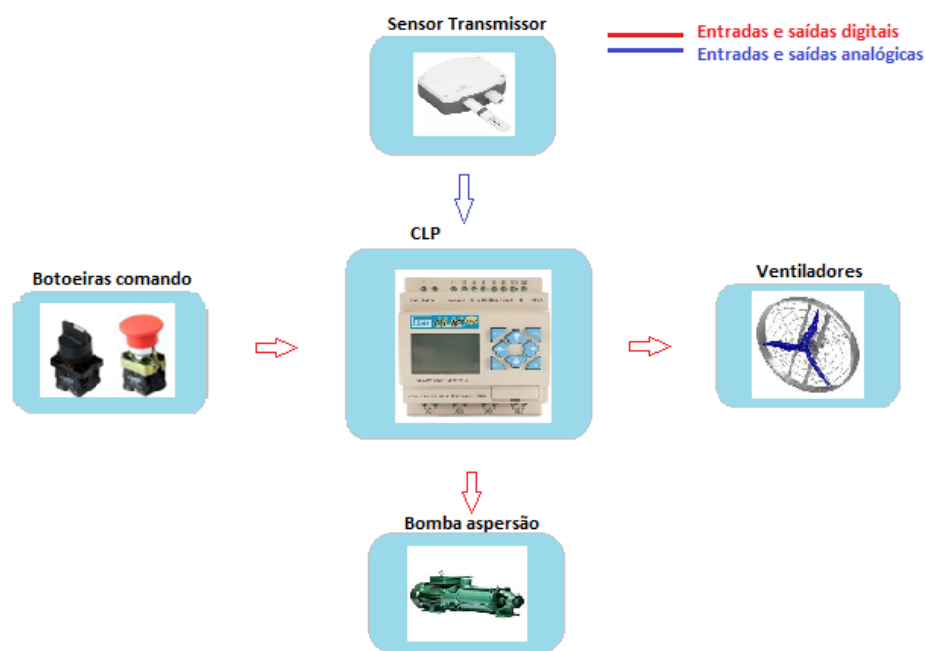
A maior dificuldade enfrentada pela granja é a partir do mês de janeiro, quando as temperaturas aumentam relativamente. Mas já no mês de novembro as temperaturas começam a aumentar, e por ser mais quente consequentemente a umidade relativa do ar abaixa, começando contribuir para que o ambiente dentro dos galpões fiquem com um clima abafado para as aves, fazendo com que os animais fiquem desconfortáveis com a sensação

térmica, como apresenta as temperaturas da tabela 2. Então desde essa parte do ano, os problemas com o sistema manual de climatização se iniciam.

4.2 Comunicação dos dispositivos

A comunicação ocorre por meio das entradas e saídas digitais do CLP conforme a figura 16. As entradas digitais permitem que o CLP receba sinais de sensores e dispositivos de controle do sistema, como sensores de temperatura e umidade. Já as saídas digitais permitem que o CLP envie sinais para ativar ou desativar os dispositivos de climatização, como ventiladores e aspersores. Dessa forma, o CLP se torna responsável por receber os dados dos sensores, processá-los e enviar os comandos adequados para os motores, garantindo o funcionamento eficiente do sistema de climatização.

Figura 16 - Arquitetura da comunicação do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.3 Programação do controlador

Através da programação, é possível definir as lógicas de controle, estabelecer os parâmetros de temperatura desejados e criar sequências de operação para acionar os dispositivos da climatização, no caso, os ventiladores e aspersores. A programação do CLP também permite

a integração com sensores de temperatura e outros dispositivos, possibilitando o monitoramento em tempo real e a tomada de decisões automática para manter as condições ideais de clima no ambiente. A figura mostra uma parte da programação do sistema.

Para dar início à programação é preciso identificar os elementos de conexão nas entradas e saídas do CLP. Os dispositivos conectados às entradas fornecem as informações necessárias para o funcionamento da automação. Esses parâmetros são interpretados e transformados pelo programa, que ativa as saídas físicas do dispositivo. Para a realização da programação foram utilizadas 5 entradas digitais, 4 saídas digitais e 2 entradas analógicas.

A nomenclatura das entradas e saídas do CLP são representadas da seguinte maneira: entradas analógicas (A), entradas digitais (I), saídas digitais (Q).

As linhas de ventiladores também receberam abreviaturas: linha V1 são os ventiladores do centro do galpão, linha V2 são os da lateral direita e V3 lateral esquerda, a bomba de aspersão terá abreviatura de B1, conforme o que as tabelas 3 e 4 demostram.

Tabela 3 - Descrição das entradas

ENTRADAS	DESCRIÇÃO SINAL
I1	Botoeira Manual/Automático
I2	Botoeira Liga/Desliga linha ventiladores (V1)
I3	Botoeira Liga/Desliga linha ventiladores (V2)
I4	Botoeira Liga/Desliga linha ventiladores (V3)
I5	Botoeira Liga/desliga bomba aspersão (B1)
A1	Sensor de temperatura
A2	Sensor de umidade relativa do ar

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Descrição das saídas

SAÍDAS	DESCRIÇÃO DO SINAL
Q1	Linha ventiladores V1
Q2	Linha ventiladores V2
Q3	Linha ventiladores V3
Q4	Bomba aspersão B1

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Parametrização e posicionamento dos sensores

Com base na análise dos dados descrita nas tabelas 1 e 2, será estabelecido onde deverão ser instalados os sensores. Se baseando em definir um ponto estratégico, para assim acionar os dispositivos de forma ideal ou mais próximo possível. Também levando em consideração o custo dos mesmos.

Analizando os dados coletados, e também relatos dos funcionários da granja, analisou-se que instalando um único sensor temperatura/umidade e intercalando os parâmetros de acionamento das linhas na programação, atenderia a aquisição de dados para controle. Já que um dos objetivos é ser econômico no investimento.

O sensor do tipo transmissor será instalado no meio do aviário, com ponto específico marcado na cor azul na figura 17. Além do sensor necessitar ser instalado em um ponto médio, também será levado em consideração que no verão a massa de ar quente fica mais acima das baterias, por isso o sensor será colocado em um ponto acima do ponto médio da bateria, para melhor aferição dos dados quando em épocas mais quentes.

O parâmetro considerado ideal que será programado no controlador será de 25 °C nessas regiões do estado do Rio Grande do Sul. A aspersão nas laterais também será demandada pelo sensor do meio do aviário que fará a leitura, isso foi determinado por causa do alto custo dos sensores de umidade, e também porque já há nas instalações uma bomba própria para a aspersão da potência específica a demandar todas as linhas de bicos aspersores.

Também foi estipulado que, nas laterais do galpão o problema com baixa umidade do ar, não traz tanta preocupação quanto no meio. A aspersão nas laterais é usada em poucos dias do ano. Com isso a ligação das linhas laterais de aspersão será acionada pelo sensor central, e quando não necessário nas laterais, será desligado manualmente por registros mecânicos.

O sensor fará a leitura da temperatura e da umidade relativa do ar. O ponto estipulado foi com base na análise dos dados obtidos na medição e levando em conta os parâmetros que ocorrem no verão. A posição dos sensores poderá ser ajustada a qualquer momento, já que haverá uma nova medição para aferição dos dados na parte do verão, podendo ajustar os mesmos se necessário.

Será instalado em um pilar do meio do galpão em altura média ao pé direito da estrutura, regulado como temperatura ideal arbitrada conforme a figura 16.

Figura 17 - Ponto de instalação sensor



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Simulação e testes

Os testes da automação do sistema visam verificar a integração correta dos componentes, a execução adequada das tarefas automatizadas e a confiabilidade dos resultados obtidos. Esses testes são essenciais para assegurar a eficiência operacional, minimizar falhas e garantir a segurança da operação automatizada.

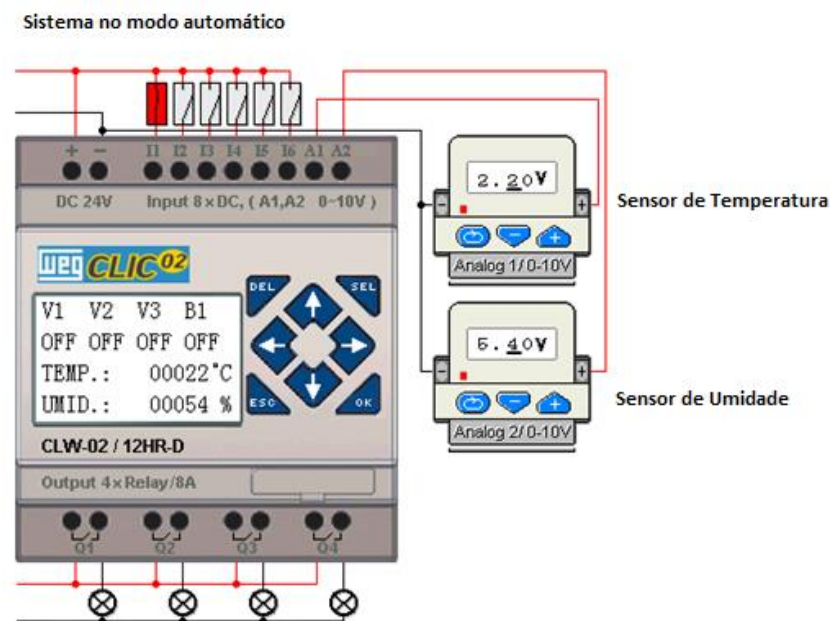
A programação foi ajustada conforme dados coletados em medições climáticas nas instalações, pesquisas bibliográficas e a mais importante observação visual do comportamento das aves. Com a variação de temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão, conforme analisado nas visitas técnicas junto com os funcionários da granja, as aves quando sentem calor comem menos ração, bebem mais água, e abrem o bico o tempo todo demonstrando falta de ar. Se esta situação estiver ocorrendo, é explícito que a temperatura do ambiente está fora do recomendado para as aves. Esse fato pode mudar do que se indica em tabela, pois deve-se levar em consideração também a situação física do local estudado.

A programação do controlador funcionará da seguinte maneira. Suas entradas digitais receberam um sinal de 24 volts vindo das botoeiras que ligaram o sistema. As entradas analógicas serão as responsáveis por receber o sinal do sensor que deve ser entre 0 e 10 volts. Assim a escala da programação usada foi de 1 pra 10, ou seja, cada 1 volt representará 10 °C. Quando o sensor enviar por exemplo 2.2 volts para o CLP, ele entendera que é uma temperatura de 22 °C.

Com isso, foi definido que no sistema deve iniciar sua operação obedecendo a parametrização da seguinte maneira: no automático quando a temperatura for igual ou maior que 25 °C partirá a primeira linha de ventiladores, e com o aumento da temperatura as demais linhas consequentemente. A bomba de aspersão do mesmo modo, só que com uma lógica ao contrário. Quando a umidade relativa do ar baixar de 45% aí sim a bomba da aspersão ligará.

A figura 18 representa a imagem coletada com os testes realizados no software, que apresenta a botoeira (I1) acionada que demonstra que o sistema está ligado no modo automático. Como a temperatura e umidade do ar medida nesse instante, conforme no visor do CLP estão uniformes, a saídas (Q) que ligam os ventiladores e aspersor estão desligadas.

Figura 18 - Sistema operando



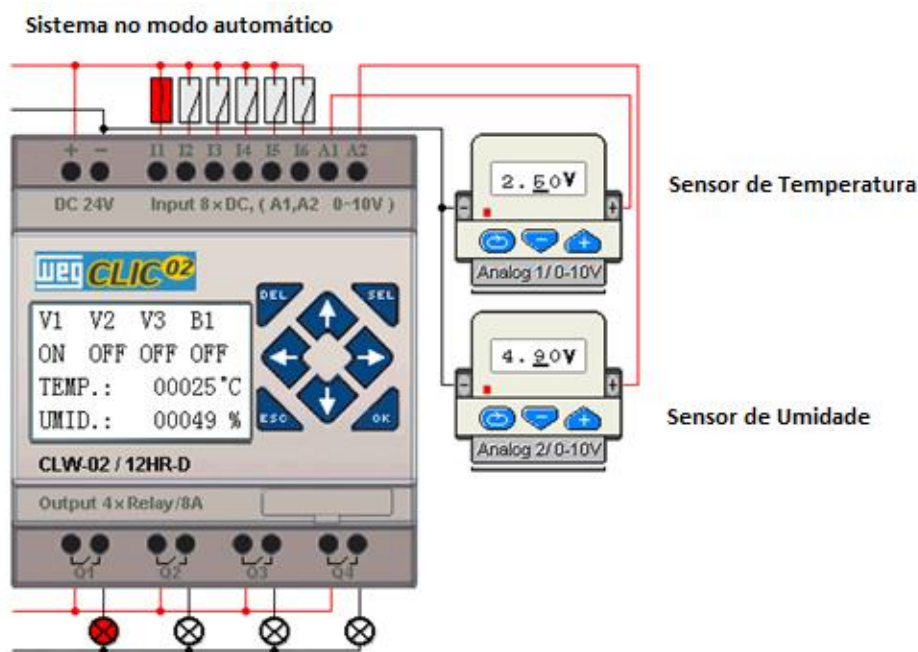
Fonte: Elaborado pelo autor.

À medida que esses parâmetros de temperatura e umidade forem mudando, o CLP fará o controle das saídas digitais (Q) acionando-as.

A temperatura aumenta dentro dos aviários devido a fatores como a presença de aves em grande quantidade, a falta de ventilação natural e o uso de equipamentos que causam aquecimento.

Quando a temperatura dentro do galpão atingir 25 °C ou mais, a saída (Q1) será acionada ligando a linha dos ventiladores centrais (V1). Conforme ilustrado na figura 19.

Figura 19 - Acionamento automático do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor.

A presença de um grande número de aves no ambiente, produz calor através do metabolismo e da atividade física que elas produzem. Além disso, a falta de ventilação natural impede a circulação do ar e a dissipação do calor, contribuindo para o aumento da temperatura. Quanto à baixa umidade do ar, ela pode ser resultada da evaporação da água presente no ambiente devido à alta temperatura e à ventilação insuficiente.

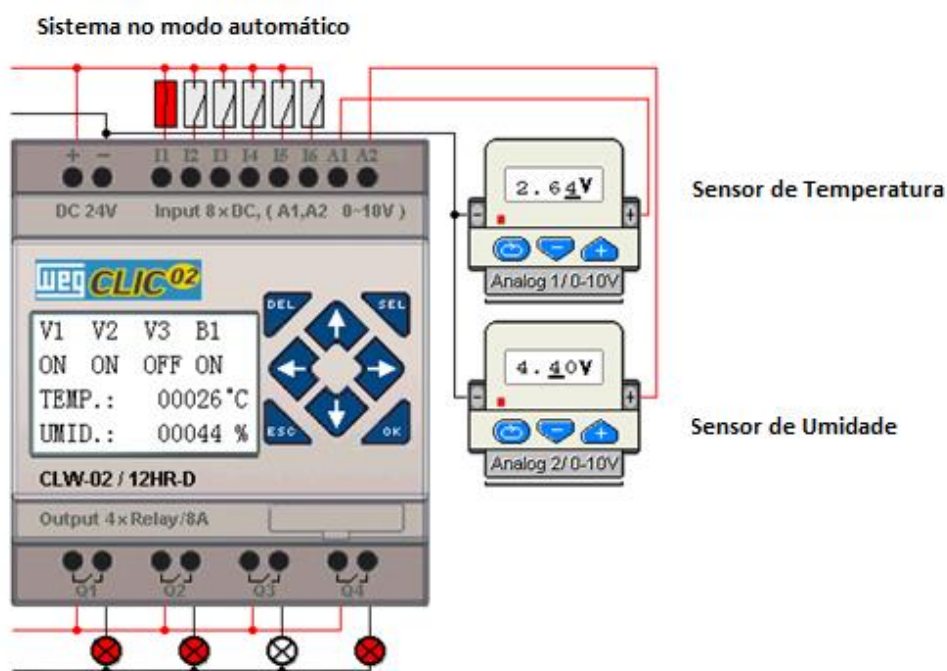
Quando a temperatura persistir a aumentar atingindo 26 °C ou mais, a saída digital (Q2) da linha de ventiladores do lado direito do galpão será acionada. A escolha de acionamento dessa linha lateral antes da linha da esquerda foi arbitrada pois o sol na parte da manhã reflete nessa parte, atingindo a outra só na parte da tarde.

A medida em que a umidade relativa do ar baixar de 45% a aspersão com a saída digital (Q4) será acionada até a unidade de 60% ou mais for atingida novamente, conforme a figura 20. Se a temperatura aumentar novamente passando de 27 °C a saída (Q3) será acionada.

Para o sistema desligar automaticamente, ele deve operar na maneira oposta, conforme temperatura ir baixando as linhas de ventiladores vão se desligando.

A temperatura atingindo 26 °C desligará (Q3), chegando a 25 °C desligará (Q2), e por fim chegando a 24 °C desligará (Q1), e se a umidade do ar atingir 60% ou mais desligará a bomba de aspersão (B1).

Figura 20 - Acionamento bomba aspersão



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Quadro de comando

A montagem de quadro de comando é um processo fundamental na área da elétrica, que consiste em organizar e interligar os componentes elétricos em um painel de controle. Essa montagem permite o controle e proteção dos dispositivos integrados no sistema, garantindo o bom funcionamento e a segurança das instalações.

O projeto foi elaborado em questões éticas e técnicas já pensando se houver possíveis manutenções futuras, já que nos relatos ouvidos dos funcionários a problemas significativos com a queima de ventiladores por causa do auto aquecimento. A poeira excessiva dentro do galpão causa a tranca da entrada de refrigeração dos motores dos ventiladores, que até então,

não havia proteção nos dispositivos causando sua queima. No entanto agora com proteção térmica, se houver aquecimento das máquinas de forma excessiva o relé térmico irá desarmar. Assim foi proposto a esquematização do comando podendo trabalhar com as linhas de ventiladores individualmente para melhor identificação do ventilador que se danifique.

Figura 21 - Tapa do quadro de comando

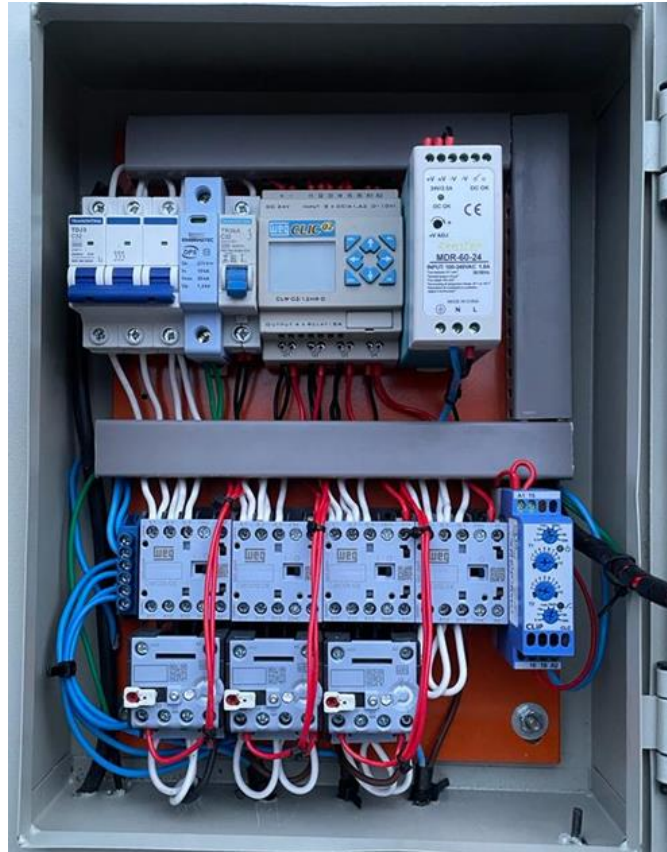


Fonte: Elaborado pelo autor.

A automação foi projetada com proteções térmicas, contra curto circuito e para surto na rede elétrica equipada com DPS. Também foi montado um temporizador cíclico fora da programação do CLP, pois a aspersão é algo delicado de controlar assim possibilitando um melhor ajuste sem precisar mexer na programação do controlador. O parâmetro definido quando

a saída (Q4) estiver acionada o temporizador fará o controle em 2 minutos ligado 1 minuto desligado para a bomba de aspersão.

Figura 22 - Quadro de comando



Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro foi alimentado na parte de força com 220 V, que é alimentação da rede recebida pela granja, e o comando em 24 V. Sua montagem foi feita conforme exigências definidas pela NR 12 para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que lidam com quadro e também para dar manutenção, pois ela estabelece diretrizes para a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, além de promover a adequação das condições de trabalho.

4.6.1 Orçamento do Projeto

Para ser possível mensurar a viabilidade econômica do projeto proposto é necessário fazer o levantamento dos valores dos principais dispositivos da planta estudada. A Tabela 5 mostra os valores dos dispositivos citados após ter sido realizados vários orçamentos.

Tabela 5 - Orçamento do sistema

MATERIAIS	UNIDADES	VALOR
CLP clic 02 12HR-D	1	R\$ 1.400,00
Fonte 24v	1	R\$ 170,00
Contatores	4	R\$ 616,00
Relés	3	R\$ 366,00
Sensor	3	R\$ 618,00
Botoeiras	6	R\$ 216,00
Painel	1	R\$ 192,00
Dps	1	R\$ 60,00
Cabos	1	R\$ 100,00
Outros componentes	-	R\$ 60,00
	Total:	R\$ 3.798,00

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os resultados obtidos fornecem dados importantes sobre o funcionamento do sistema e contribuem para o aprimoramento e otimização do mesmo.

A automação do sistema de climatização do aviário trouxe resultados positivos significativos para a Granja. Com o trabalho, é possível controlar de forma precisa e eficiente as condições ambientais dentro do galpão, proporcionando um ambiente ideal para as aves. Isso resulta em melhorias na saúde e bem-estar das aves, aumentando sua produtividade e reduzindo o estresse.

Conforme análise feita junto aos funcionários da granja, já no primeiro dia notou-se uma melhoria no comportamento das aves. Comportamento percebido com o aspecto visual de que as aves se alimentam menos e bebem mais água, também em caso de estar passando calor as aves abrem o bico demonstrando falta de ar. Isso não ocorreu pois os equipamentos ligaram e desligaram no momento ideal, sem deixar o ambiente mudar de temperatura drasticamente. Uma melhor comparação do antes e depois de montado do sistema só será vista com o passar de alguns meses, onde poderá se ver se houve menos mortalidade e maior produtividade. Mas conforme análise visual, já se teve resultado positivo.

Um dos principais benefícios da automação é a capacidade de controlar fatores como temperatura, umidade e ventilação de forma automatizada. Isso elimina a necessidade de intervenção humana constante, garantindo que as condições ideais sejam mantidas 24 horas por dia. Além disso, a automação permite ajustes precisos e rápidos, evitando variações bruscas que possam afetar negativamente as aves.

Outro resultado positivo com a automação é a redução dos custos operacionais. Com sistemas automatizados, é possível otimizar o consumo de energia ao utilizar apenas o necessário para manter as condições ideais. E ainda, a automação permitiu um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, como a água utilizada na aspersão.

A melhoria das condições ambientais, a redução dos custos operacionais e o monitoramento automático são apenas alguns dos benefícios proporcionados por essa automação. Com o trabalho, a granja pode garantir um ambiente saudável e produtivo para suas aves, impulsionando o sucesso do negócio.

5 CONCLUSÃO

Através da análise de desempenho e funcionalidades do sistema, foi possível constatar melhorias significativas na saúde e bem-estar das aves, que consequentemente irá aumentar sua produtividade e reduzir o estresse calórico das aves.

A automação permitiu um controle preciso e eficiente das condições ambientais, eliminando a necessidade de intervenção humana constante. Isso resultou em redução dos custos operacionais e otimização do consumo de energia.

O autor Oliveira, 2017, em que o trabalho foi comparado já dizia que o processo de produção manual, os chamados desperdícios são a principal causa de perda de competitividade dos produtos, pois um processo mau controlado afeta a logística, a produtividade e aumenta os custos de produção.

Também segundo Moura, 2006, um sistema bem controlado de bombas que façam aspersão de galpões, além de melhorarem a qualidade do ar também diminuem a quantidade de poluentes presentes no ar, bem como contribui para que aja menos contaminação de bactérias que se proliferam no piso, caso que acontece em ambientes que sejam úmidos e quentes.

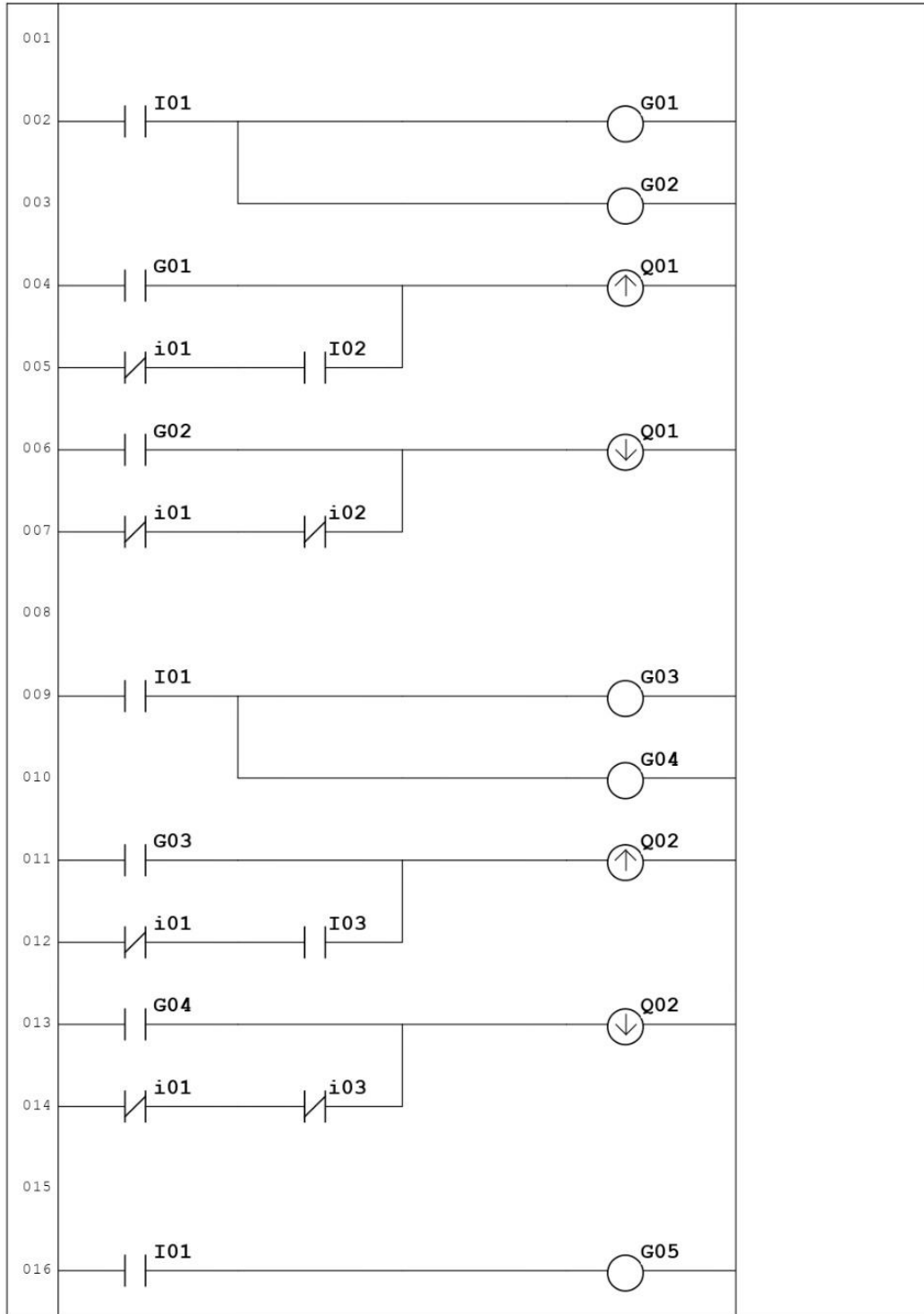
O projeto pôde contextualizar conhecimentos em sistemas de controle, sensores, atuadores e programação, visando criar soluções personalizadas que atendam às necessidades específicas de cada espaço. Além disso, é importante conhecer as normas técnicas relacionadas à climatização e estar atualizado sobre as tecnologias disponíveis no mercado. Com esses conhecimentos, é possível desenvolver projetos que proporcionem ambientes agradáveis e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

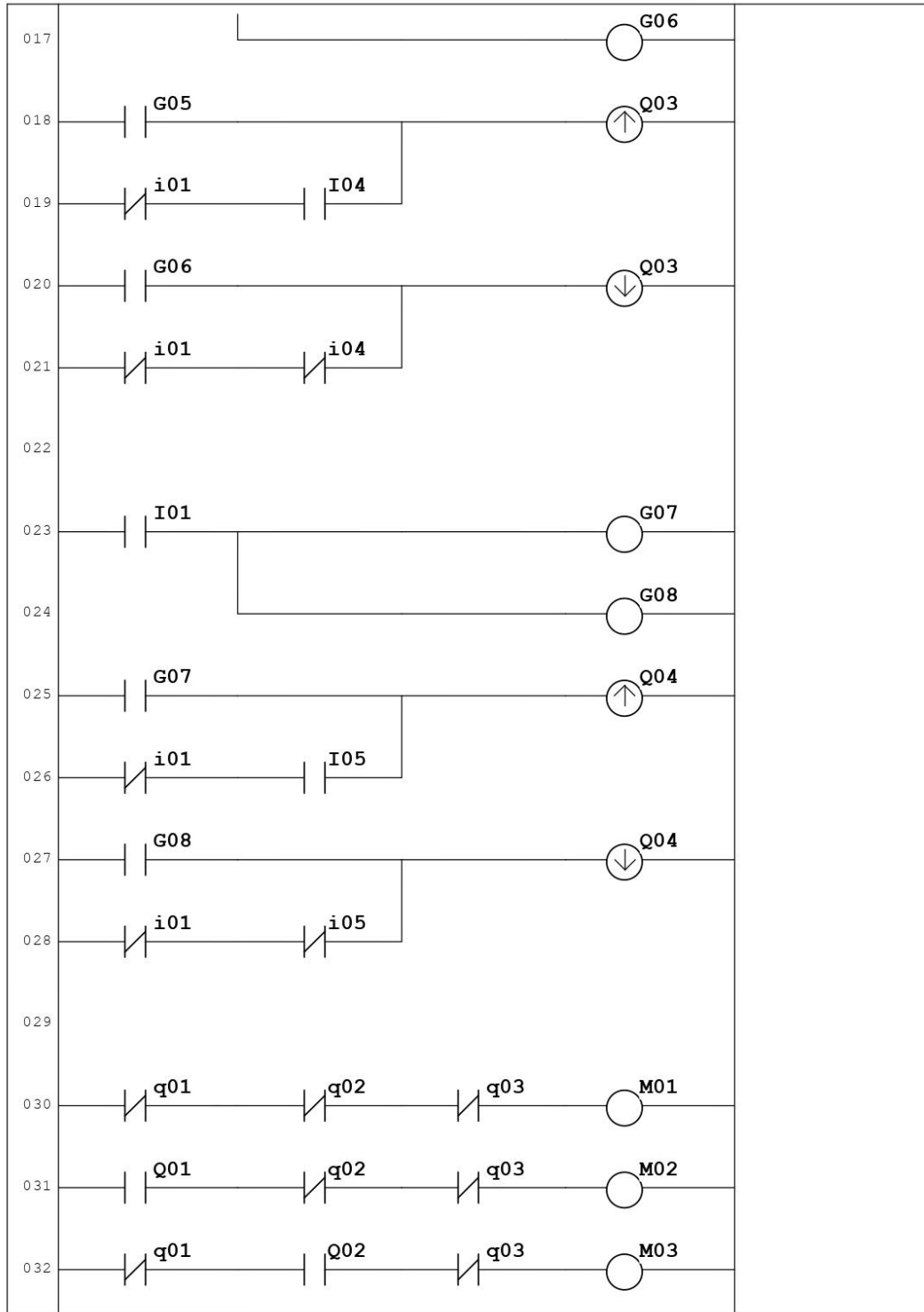
- BOARETTO, Neury; Bernardo, M.Te João Israel; Reis, Dr. Dálcio Roberto dos; Scandelari, Dr. Luciano. **Inovação em processo e produto: Um estudo de caso no controle da produção em aviários de postura**. 2005. XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – ENEGEP. Porto Alegre, RS.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. DA. **Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte**. Ciência Rural, v. 33, n. 5, p. 975–981, set. 2003.
- CANEVESE, Mauricio. **Área de produção avícola**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Setor de Palotina Universidade Federal do Paraná.
- COSTA, Vanderlei Eustáquio. **Desenvolvimento de um modelo de gestão de custos com o auxílio do mapeamento de processos e das boas práticas de produção de aves para corte e postura na cadeia produtiva do laboratório de avicultura do instituto federal de minas gerais - campus bambuí**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração). Universidade Federal de Itajubá-MG.
- FEHRENBACH, Rodrigo Bonemann. **Desenvolvimento de sistema automatizado para controle de dosagem de ração animal**. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Controle e Automação) Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, RS.
- FERNANDES, João Levi Bastos. **Efeito do pré-resfriamento da água em placas porosas de sistemas de resfriamento evaporativo**. 2020. 51 p.: il. Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras. Lavras- MG.
- MOURA, D. et al.. **Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review**. Brazilian Journal of Poultry Science, v. 8, n. 3, p. 137–147, jul. 2006.
- OLIVEIRA, Rodrigo Diogo Alves de. **Coturnicultura – a influência da iluminação sobre a reprodução de codornas**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Agronegócio). Campus Barretos - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo. Barretos-SP.
- OLIVEIRA FILHO, Valdeon Batista de. **Proposta de melhoria e automação de linha de abate de frangos em indústria da região de Itumbiara**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Itumbiara, GO.
- Osorio, R., Tinoco, I. F., Osorio, J. A., Souza, C. D. F., Coelho, D. J. D. R., & Sousa, F. C. D. (2016). **Calidad del aire en galpón avícola con ventilación natural durante la fase de pollitos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 20(7), 660-665.
- PINHEIRO, S. R. F. et al.. **Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais**. Ciência Rural, v. 45, n. 2, p. 292–297, fev. 2015.

APÊNDICE A – Lógica da programação em Ladder da automação.

Linha Programa



Linha Programa



Linha Programa

