



RICARDO ANDRADE DE CARVALHO

**CONTROLE AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA
GARANTIA DE CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS**

**LAVRAS – MG
2019**

RICARDO ANDRADE DE CARVALHO

**CONTROLE AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA GARANTIA DE
CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso na forma de Artigo, apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dra. Giselle Borges de Moura
Orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

RICARDO ANDRADE DE CARVALHO

**CONTROLE AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA GARANTIA DE
CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS
AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL TO GUARANTEE THERMAL
COMFORT IN BROILER HOUSES**

Trabalho de Conclusão de Curso na forma de Artigo, apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 10 de Junho de 2019.

Dra. Giselle Borges de Moura UFLA

Dra. Sílvia Costa Ferreira UFLA

Dr. Leonardo Silveira Paiva Campos UFLA

Prof. Dra. Giselle Borges de Moura
Orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

RESUMO

Pretendeu-se, neste trabalho, desenvolver um protótipo de sistema automático de controle de temperatura em um aviário para garantia de conforto térmico, partindo-se das premissas de que o custo do sistema deve ser baixo, com tolerância de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ em torno da temperatura ideal e que a intervenção humana no sistema deve ser mínima. Para isso simulou-se um aviário para realização dos testes e utilizou-se um Arduino Mega 2560 juntamente com outros componentes para realizar o monitoramento e atuação nas variáveis do ambiente. Desenvolveu-se um algoritmo com valores de temperatura e umidade relativa do ar ideais definidas com base no cálculo do Índice Entalpia de Conforto (IEC) para cada semana de vida das aves. O protótipo foi implementado e testado mostrando a eficiência do sistema em manter a temperatura em faixas de valores determinados, sem a necessidade de mão de obra em campo.

Palavras-chave: Arduino. Conforto Térmico. Controle de temperatura.

ABSTRACT

This project proposes a prototype of an automatic temperature control system in a broiler house to guarantee thermal comfort, based on the assumptions that the cost of the system should be low, with a tolerance of $\pm 2^{\circ}\text{C}$ around the temperature setpoints and that human intervention in the system should be minimal. For this, a broiler house was simulated to perform the tests and an Arduino Mega 2560 was used along with other components to monitor and control the environment variables. An algorithm with ideal temperature and humidity information based on the calculation of the Enthalpy Comfort Index (IEC) for each week of life of the birds was developed. The results were satisfactory and the prototype developed is expected to generate new projects and to be used in commercial aviaries

Keywords: Arduino. Thermal Comfort. Temperature Control

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de montagem do modelo físico em escala reduzida de um aviário.....	14
Figura 2 – Esquema elétrico do circuito implementado.....	16
Figura 3 – Distribuição dos sensores e aquecedores durante os experimentos.....	17
Figura 4 – Fluxograma das operações realizadas pelo algoritmo.....	21
Figura 5 – Protótipo do circuito do sistema.....	22
Figura 6 – Design da peça de acoplamento do dimmer no motor de passo.....	22
Figura 7 – Design do suporte do motor de passo.....	23
Figura 8 – Sistema montado com as peças projetadas e impressas.....	23
Figura 9 – Resposta do sistema real controlado perante a definição de diferentes temperaturas ideais.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de temperatura e umidade relativa do ar para validação prática da entalpia.	18
Tabela 2 – Valores ideais de temperatura calculados por meio da média das temperaturas que correspondem ao conforto térmico para cada valor de umidade relativa do ar e semana de vida da ave.....	19

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	9
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Motivação	9
1.2 Objetivo	9
1.3 Organização do trabalho	9
2 REFERÊNCIAS	11
SEGUNDA PARTE – ARTIGO	12
ARTIGO - CONTROLE AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA GARANTIA DE CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS.....	13

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

1.1.Motivação

A criação de frangos de corte no Brasil recebeu grande investimento na década de 70 e se expandiu com a abertura do mercado na década de 90. No ano de 2018 o Brasil ocupou o primeiro lugar mundial em exportação e segundo lugar mundial em produção de frango de corte.

Melhorias genéticas e na qualidade da alimentação foram realizadas e hoje já não são o maior fator limitante no desenvolvimento das aves. O ambiente em que elas estão inseridas impactam diretamente no seu crescimento e por isso o conforto térmico é almejado para que as aves alcancem seu potencial máximo.

Mesmo com a representatividade mundial os aviários brasileiros geralmente são equipados com baixa tecnologia no controle das variáveis do ambiente. O controle mais comum é o Liga/Desliga, no qual exaustores são ligados ou desligados quando faixas de temperatura são alcançadas, gerando uma grande variação de temperatura.

Para cada semana de vida das aves, existem valores de temperatura e umidade relativa do ar ideais para que elas estejam em conforto térmico. A atualização desses valores, nos sistemas de controle de temperatura comumente utilizados, são manuais.

1.2.Objetivo

Tem-se, como objetivo deste trabalho, o desenvolvimento de um protótipo de sistema de controle de temperatura automático para garantia de conforto térmico em aviários, utilizando tecnologias de baixo custo, método de controle de temperatura mais eficiente que o método Liga/Desliga e que não necessite intervenção humana na atualização dos valores de temperatura e umidade relativa do ar ideais em cada semana de vida das aves.

1.3.Organização do Trabalho

O artigo, que será apresentado posteriormente neste trabalho, foi estruturado da seguinte forma: Introdução, onde são apresentadas as principais características do projeto; Materiais e

métodos, onde são apresentados os recursos necessários para a realização do projeto e quais as técnicas utilizadas para se chegar aos resultados encontrados; Resultados, onde são expostos e analisados os resultados da aplicação dos métodos utilizando os materiais previamente descritos; e Conclusão, onde são apresentadas considerações finais sobre o projeto e sugestões para possíveis trabalhos futuros. O artigo aqui apresentado é uma versão preliminar, considerando que o conselho editorial do periódico ao qual será submetido poderá sugerir alterações para adequá-lo ao seu próprio estilo.

2 REFERÊNCIAS

BRIDI, Ana Maria. Instalações e Ambiência em Produção Animal. Londrina, Paraná, Brasil. 2018.

DOS SANTOS, D. C.; LOMBA, L. F. D.; LUIZ JR, O. J.. Protótipo para o Controle da Temperatura de um Aviário utilizando Microcontrolador de Baixo Custo. Itajaí, Santa Catarina, Brasil. 2014.

DE MORAES, Caíque Bueno. As tecnologias de automatização e controle, aplicadas aos aviários. Guarulhos, São Paulo, Brasil. 2016.

PÉRIGO, P. S. M.; SERRANO, B. F.; FRESSATI, W.. Automação de aviário utilizando a plataforma Arduino. Paranavaí, Paraná, Brasil. 2017.

RODRIGUES, A. H. et al .Controle De Iluminação E Temperatura Para Aviários. Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil. 2018.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

CONTROLE AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA GARANTIA DE CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS.

Ricardo Andrade de Carvalho

Departamento de Automática, Universidade Federal de Lavras, MG.
ricardo.andradec@hotmail.com

RESUMO

A garantia do conforto térmico dentro de aviários se tornou uma grande preocupação e foco de pesquisas, uma vez que, a temperatura, entre outras variáveis, influencia diretamente na saúde do animal. As formas de controle de temperatura em aviários normalmente se baseiam em ligar ou desligar exaustores quando certos limites de temperatura são alcançadas e a necessidade de intervenção humana é constante. Esse tipo de controle não garante que as temperaturas ideais sejam mantidas, por esse motivo o desenvolvimento de uma solução acessível e eficiente para garantia de conforto térmico é de grande interesse. Nesse contexto, foi desenvolvido um sistema de controle de temperatura que se baseia no cálculo do índice indicador de conforto térmico Entalpia que se adapta a cada semana de vida das aves. Utilizando o microcontrolador Arduino juntamente com sensores e atuadores, foi projetado um circuito e um algoritmo que posteriormente, por meio de um protótipo, foi validado. Os resultados mostraram que o sistema controlou a temperatura com variações de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ em torno da temperatura ideal sem a necessidade de interferência humana. Conclui-se que o sistema é funcional e passível de melhorias que tornariam o sistema ainda mais eficiente.

Palavras-chave: Arduino. Conforto Térmico. Controle de temperatura.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento genético do frango de corte e de sua alimentação já não são os principais limitadores do crescimento saudável dos animais em questão. O controle de variáveis como temperatura e umidade, para garantia de conforto térmico do animal, assumiu esse posto e se tornou foco de várias frentes de pesquisa.

O Brasil, no ano de 2018, foi o segundo maior produtor de frango de corte e ocupou a primeira posição em exportação no ranking mundial. Isso demonstra a importância desse setor na economia brasileira.

Uma forma de controle de temperatura comumente utilizada em aviários brasileiros se baseia em ligar e desligar exaustores quando certos valores de temperatura são atingidos, o que gera grandes variações de temperatura e demanda intervenção humana quando esses limites devem ser modificados.

Neste contexto de importância do setor e de baixo nível tecnológico empregado, microcontroladores despertam grande interesse, uma vez que são acessíveis e, em alguns casos, simples para programar.

Como exemplo de microcontrolador pode-se citar o Arduino que, nos últimos anos pôde ser visto em linhas de pesquisa, como pode ser visto nos trabalhos de dos Santos, Lomba e Luiz

Jr. (2014), de Moraes (2016), Périgo, Serrano e Fressati (2017) e Rodrigues *et al.* (2018).

Busca-se então, utilizando tecnologias de baixo custo, projetar um sistema que auxilie na manutenção do conforto térmico de forma eficiente e com mínima interferência humana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ambiente simulado

Visando simular um aviário, foi utilizado um túnel de madeira com 6 metros de comprimento, 1 metro de largura e 1 metro de altura. Para simular a produção de calor das aves, foram utilizados 2 aquecedores de ar. Um sistema de umidificação de ar foi instalado em uma das extremidades do túnel. O exaustor, por sua vez, foi instalado na extremidade, como pode ser visto na Figura 1.

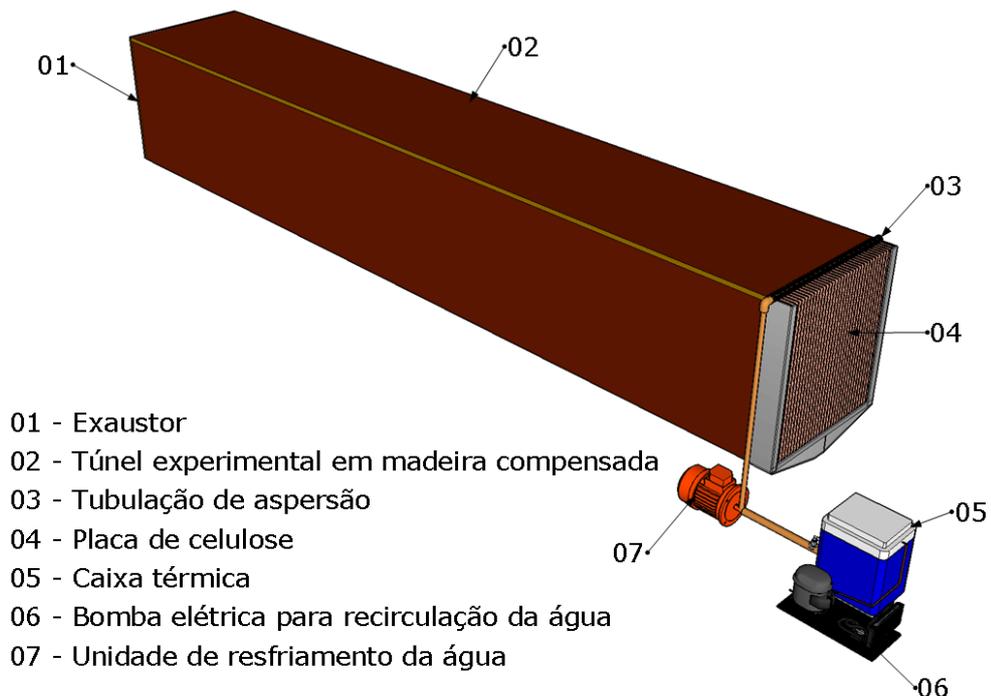


Figura 1. Esquema de montagem do modelo físico em escala reduzida de um aviário

Componentes e esquema elétrico

Utilizando a plataforma eletrônica Arduino Mega 2560 para processamento das informações, foi projetado um circuito eletrônico e um algoritmo responsável pela definição das funções do sistema.

Para realizar o sensoriamento da temperatura do ambiente, foram utilizados 5 sensores de temperatura LM35 DZ e para realizar o sensoriamento da umidade do ambiente, foram utilizados 5 sensores de temperatura e umidade DHT11.

Como atuadores, foram utilizados um exaustor de 40 cm de diâmetro, um motor de passo 28BYJ-48, um Driver Uln2003 e um dimmer. O motor de passo foi acoplado ao dimmer de modo que o Arduino controlasse o ângulo do motor e este girasse o dimmer. Com a variação do ângulo do dimmer, a tensão aplicada ao exaustor foi modificada e sua velocidade pôde ser controlada.

Um módulo RTC DS3231 foi utilizado para informar data e horário.

Para auxiliar no monitoramento do sistema, foi utilizado um visor LCD 16x2 com luminosidade controlada por um potenciômetro rotativo de 10 k Ω .

Para armazenar os dados coletados pelos sensores foi utilizado o módulo SD Card.

Uma chave tátil foi colocada no circuito de forma que, quando pressionado por um certo período de tempo, a data de início do controle de temperatura fosse alterada. Esta funcionalidade deve ser utilizada apenas para reiniciar o sistema para o primeiro dia de vida das aves.

Uma LED de cor vermelha foi instalada para sinalizar eventuais alterações de data. Uma LED de cor amarela foi instalada para sinalizar que as informações estão sendo salvas no cartão de memória. 12 resistores de 1000 ohms foram utilizados no circuito desenvolvido, como pode ser visto no esquema elétrico presente na Figura 2.

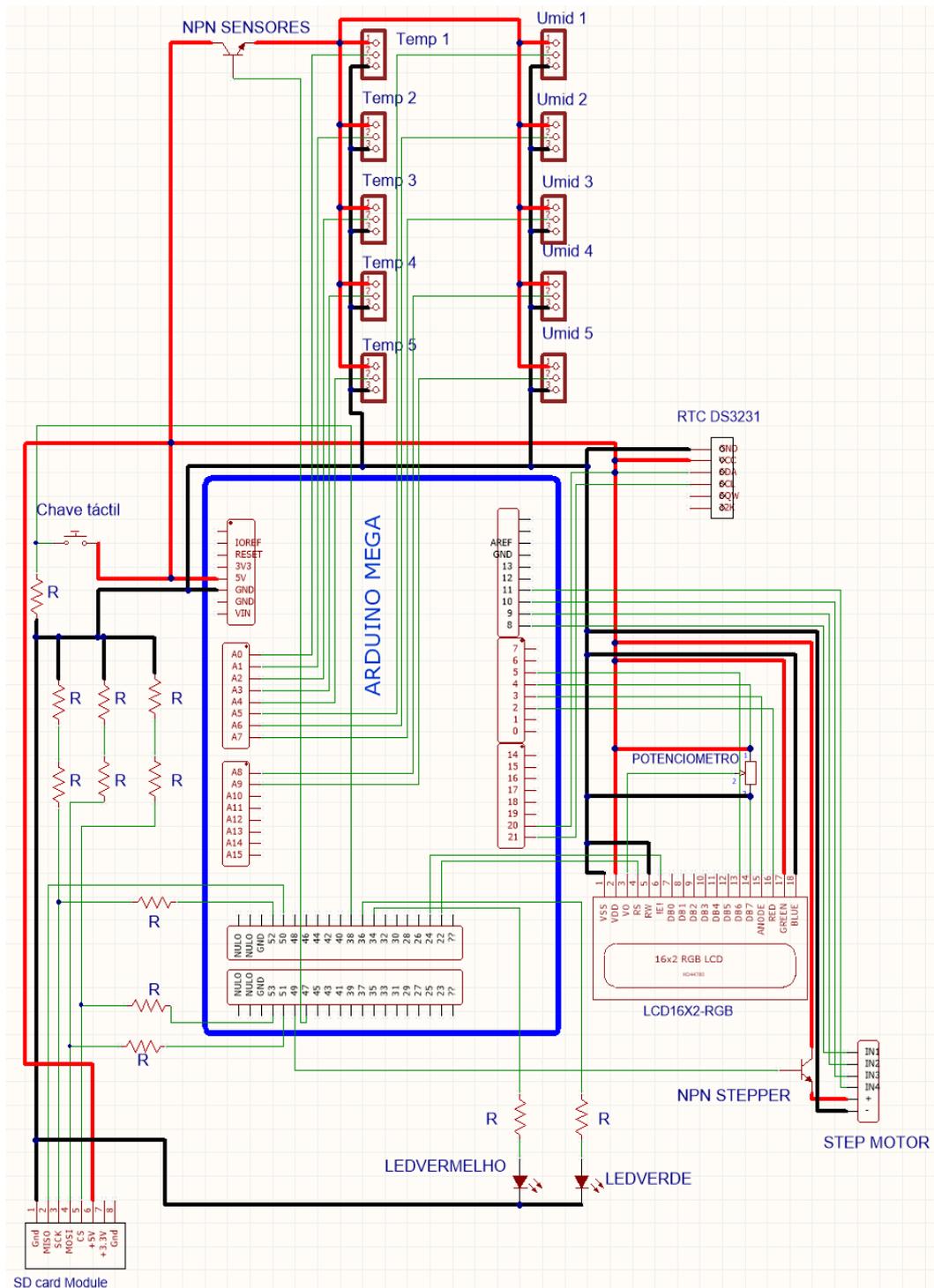


Figura 2. Esquema elétrico do circuito implementado

Montagem do sistema

Três sensores de temperatura foram instalados dentro do túnel, um próximo da entrada de ar, outro no meio do túnel e outro próximo ao exaustor.

Os outros 2 sensores de temperatura foram colocados fora do túnel de madeira, com o objetivo de registrar as temperaturas de entrada e saída do sistema.

O mesmo foi feito com os sensores de umidade, como pode ser visto na Figura 3.

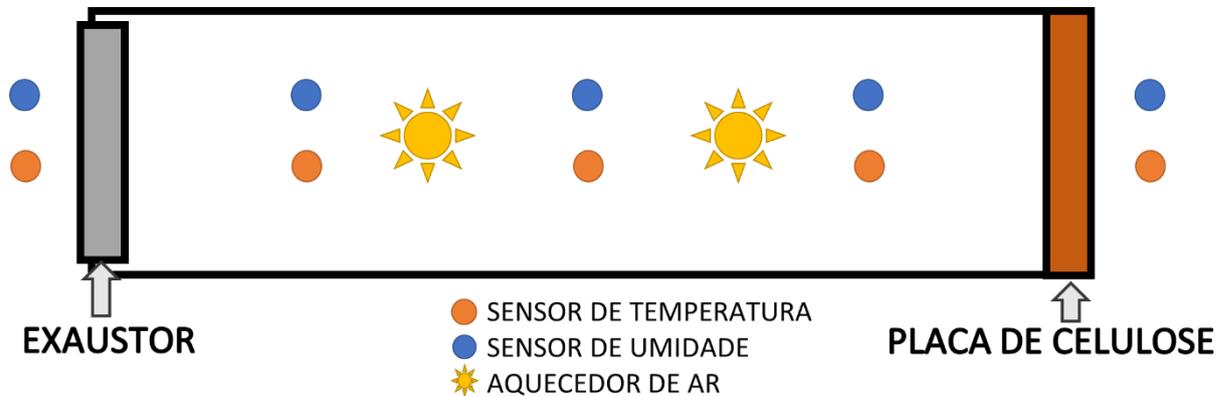


Figura 3. Distribuição dos sensores e aquecedores durante os experimentos.

Definição dos parâmetros

A definição da temperatura ideal do sistema se baseia nas tabelas de avaliação prática da entalpia, fornecidas pelo Núcleo de Estudos em Ambiente Agrícola e Bem-Estar Animal (NEAMBE). Seus valores foram definidos com base no cálculo do Índice Entalpia de Conforto (IEC).

A primeira coluna da tabela apresenta valores de umidade relativa do ar (UR) e a primeira linha de dados apresenta valores de temperatura. Os valores na cor verde representam conforto térmico, os valores na cor amarela representam temperaturas intermediárias (animal consegue se adaptar com pouco esforço). Os valores na cor laranja representam a zona crítica (animal tem problemas para se adaptar às temperaturas) e os valores na cor vermelha representam riscos de vida para as aves.

Para cada semana de vida das aves existe uma tabela diferente e o sistema a ser proposto irá se adaptar à cada uma delas. Um trecho da tabela correspondente à quinta semana de vida das aves pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de temperatura e umidade relativa do ar para validação prática da entalpia.

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (5ª semana) - IEC de 39,6 a 54,9 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
40	36,6	38,6	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7
41	37,0	39,0	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5
42	37,4	39,5	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4
43	37,8	39,9	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2
44	38,2	40,3	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0
45	38,6	40,7	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9
46	39,0	41,1	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7
47	39,3	41,5	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5
48	39,7	41,9	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4
49	40,1	42,3	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2
50	40,5	42,8	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1
51	40,9	43,2	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9
52	41,3	43,6	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7
53	41,7	44,0	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6
54	42,1	44,4	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4
55	42,5	44,8	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2
56	42,8	45,2	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1
57	43,2	45,6	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9
58	43,6	46,1	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7
59	44,0	46,5	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6

Para definir os valores ideais de temperatura foi calculado a média das temperaturas que correspondem ao conforto térmico para cada valor de umidade, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Valores ideais de temperatura calculados por meio da média das temperaturas que correspondem ao conforto térmico para cada valor de umidade relativa do ar e semana de vida da ave.

Umidade Relativa [%]	Temperatura [graus Celsius]					
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
40	39	35.5	32	28.5	26	25
41	38.5	35	32	28.5	26	24.5
42	38	35	31.5	28	25.5	24
43	38	34.5	31	28	25	24
44	37.5	34	31	28	25	24
45	37	34	31	27.5	25	23.5
46	37	34	30.5	27	24.5	23.5
47	37	33.5	30	27	24.5	23.5
48	36	33	30	27	24	23
49	36	33	30	27	24	23
50	36	33	29.5	26	23.5	22.5
51	36	32.5	29	26	23.5	22.5
52	35	32	29	26	23.5	22.5
53	35	32	29	26	23.5	22.5
54	35	32	29	26	23.5	22.5
55	35	32	28.5	25	23	22
56	34	31	28	25	23	22
57	34	31	28	25	23	22
58	34	31	28	25	23	22
59	34	31	28	25	23	22
60	33	30.5	27.5	24.5	23	22
61	33	30	27	24	22.5	21.5
62	33	30	27	24	22.5	21.5
63	33	30	27	24	22.5	21.5
64	33	30	27	24	22.5	21.5
65	32	30	27	24	22.5	21.5
66	32	29	26	23.5	22.5	21.5
67	32	29	26	23	22	21
68	32	29	26	23	22	21
69	32	29	26	23	22	21
70	31.5	29	26	23	22	21
71	31	28.5	26	23	22	21
72	31	28	25	23	22	21
73	31	28	25	22.5	21.5	20.5
74	31	28	25	22.5	21.5	20.5
75	31	28	25	22.5	21.5	20.5
76	30.5	28	25	22.5	21.5	20.5
77	30	27.5	25	22.5	21.5	20.5
78	30	27	24.5	22.5	21.5	20.5
79	30	27	24	22	21.5	20.5
80	30	27	24	22	21	20.5
81	30	27	24	22	21	20
82	29.5	27	24	22	21	20
83	29	26.5	24	22	21	20
84	29	26.5	24	22	21	20
85	29	26	23.5	22	21	20

Algoritmo

Para implementação do algoritmo utilizado, foi utilizado o software gratuito Arduino 1.8.5, que pode ser programado utilizando a linguagem C++ com algumas modificações que facilitam o desenvolvimento do código.

O algoritmo foi estruturado em 2 partes, Setup (acontece apenas quando o sistema é iniciado) e Loop (Se repete enquanto após o setup, enquanto o arduino estiver ligado). Na Figura 4 pode ser visto o fluxograma das operações realizadas pelo algoritmo.

Foram criados 6 vetores com valores de temperaturas e 1 vetor com valores de umidade com base nos dados da Tabela 2. Os sensores de umidade informam qual a umidade real do ambiente e com base nesse valor e qual a semana de vida das aves, informa qual a temperatura ideal para garantia de conforto térmico.

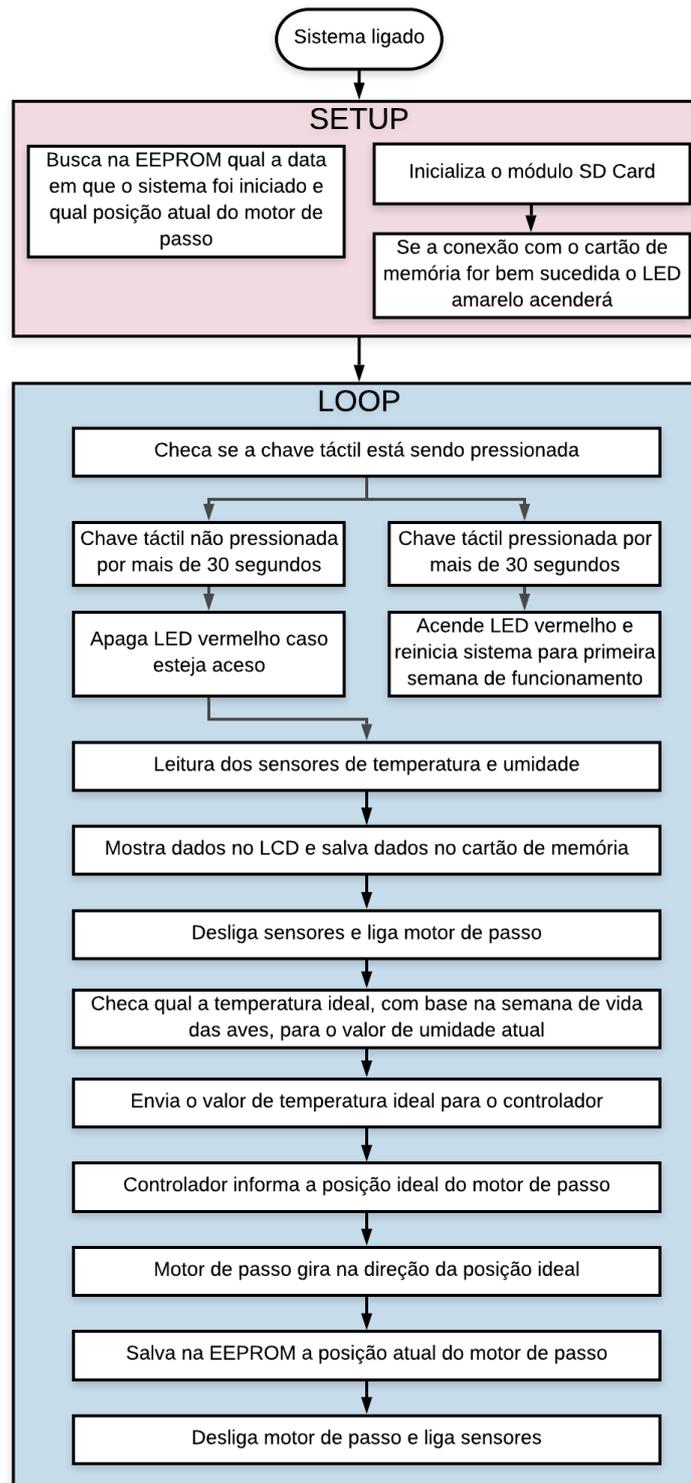


Figura 4. Fluxograma das operações realizadas pelo algoritmo.

Validação do sistema

Para validar a eficiência do sistema, o algoritmo foi alterado para alterar os valores de temperatura ideal com intervalos de tempo definidos.

RESULTADOS

Protótipo

Os componentes foram montados em uma placa de fenolite perfurada e as ligações do circuito foram feitas por meio de fios soldados entre os componentes. O protótipo pode ser visto na Figura 5.

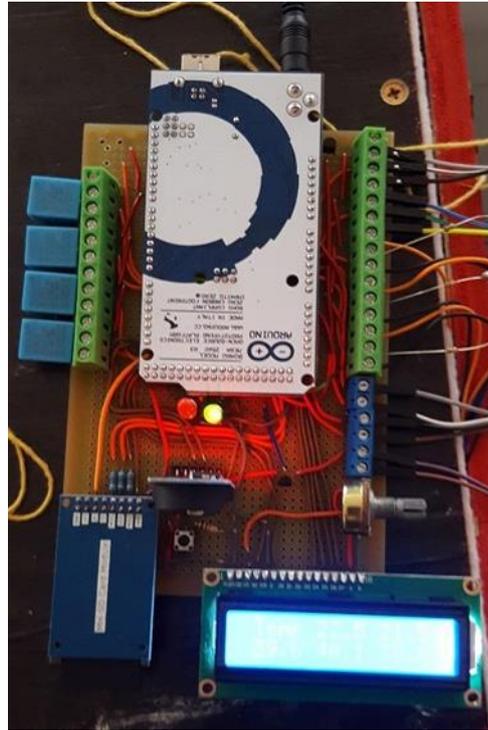


Figura 5. Protótipo do circuito do sistema.

Para acoplar o motor de passo no dimmer foram desenvolvidas 2 peças que posteriormente foram impressas com o auxílio de uma impressora 3D.

A primeira peça, Figura 6, permitiu que o motor de passo se encaixasse no dimmer.

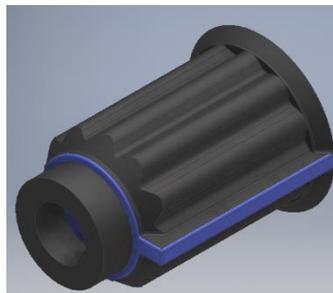


Figura 6. Design da peça de acoplamento do dimmer no motor de passo.

A segunda peça, Figura 7, serviu como suporte para fixação do motor de passo.

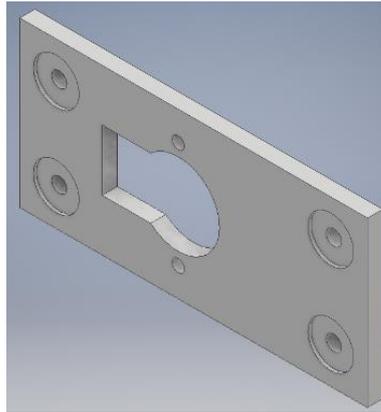


Figura 7. Design do suporte do motor de passo.

As peças e o sistema montado podem ser vistos na Figura 8.



Figura 8. Sistema montado com as peças projetadas e impressas.

Validação do sistema

Os resultados dos testes de variação de temperatura ideal podem ser verificados no gráfico da Figura 9.

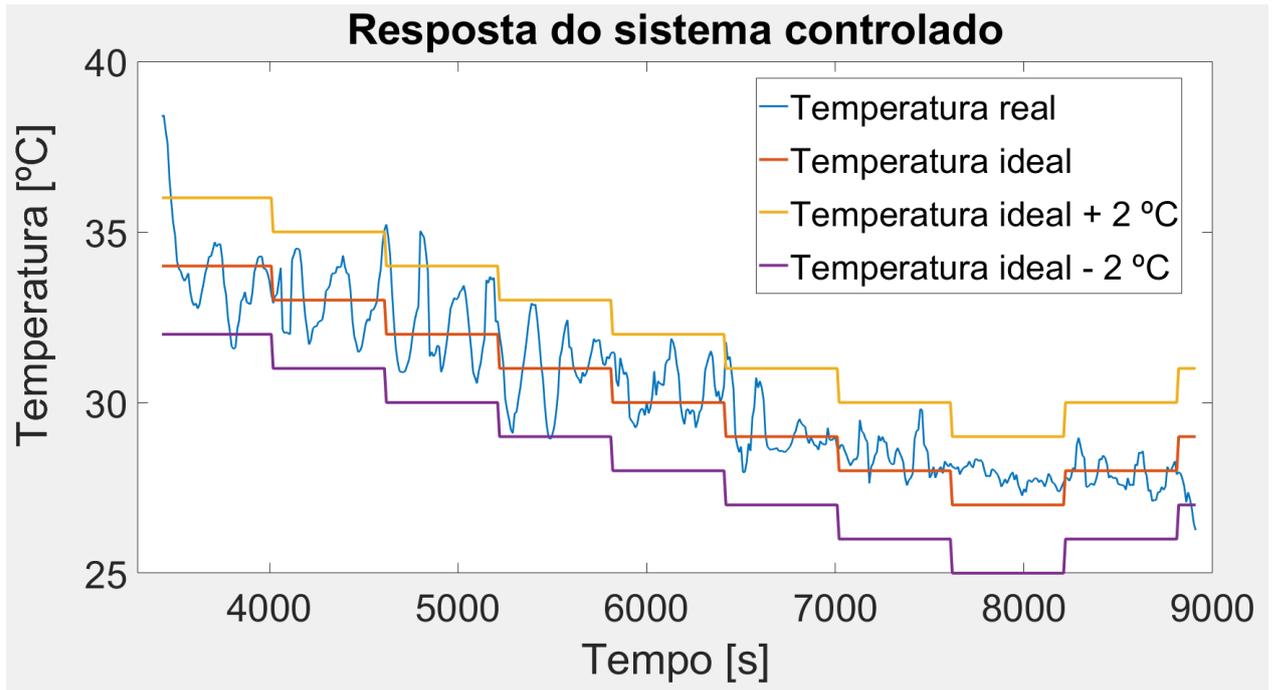


Figura 9: Resposta do sistema real controlado perante a definição de diferentes temperaturas ideais.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi descrita a implementação de um sistema de controle automatizado de temperatura em função da umidade relativa do ar e baseado em dados de entalpia. O objetivo do projeto foi garantir o conforto térmico em um aviário reduzindo a necessidade de intervenção humana.

Os sensores utilizados produzem ruídos quando os cabos que os conectam ao sistema são longos, logo sugere-se para implementações futuras, a utilização de cabos blindados ou de sensores que produzem sinais de corrente (mais indicados para longas distâncias).

O Arduino consegue prover uma quantidade limitada de corrente para alimentação dos componentes, no projeto desenvolvido essa quantidade não foi suficiente e por isso foi necessário alternar a alimentação dos sensores e do servo motor. O desenvolvimento de um circuito de potência para controle direto da velocidade do exaustor tornaria desnecessário o uso de servo motor e do dimmer. Isso aumentaria a acurácia do sistema (reduziria atrasos devido às conexões entre servo motor, dimmer e exaustor).

O circuito de potência eliminaria também a necessidade de salvar na memória EEPROM do Arduino, dados da posição do motor de passo, o que aumentaria a vida útil do equipamento.

O algoritmo se provou eficiente, reduzindo a necessidade de intervenção humana, uma vez que após iniciar controle, o sistema altera os valores de temperatura ideal conforme a semana de vida das aves e atua automaticamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos Professores Felipe Oliveira e Silva, Silvia Costa Ferreira, Leonardo Silveira Paiva Campos, Bruno Henrique Groenner Barbosa e à Orientadora Prof. Giselle Borges de Moura pelo suporte fornecido no decorrer do projeto

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIDI, Ana Maria. **Instalações e Ambiência em Produção Animal**. Londrina, Paraná, Brasil. 2018.

DOS SANTOS, D. C.; LOMBA, L. F. D.; LUIZ JR, O. J.. **Protótipo para o Controle da Temperatura de um Aviário utilizando Microcontrolador de Baixo Custo**. Itajaí, Santa Catarina, Brasil. 2014.

DE MORAES, Caíque Bueno. **As tecnologias de automatização e controle, aplicadas aos aviários**. Guarulhos, São Paulo, Brasil. 2016.

PÉRIGO, P. S. M.; SERRANO, B. F.; FRESSATI, W.. **Automação de aviário utilizando a plataforma Arduino**. Paranavaí, Paraná, Brasil. 2017.

RODRIGUES, A. H. *et al* .**Controle De Iluminação E Temperatura Para Aviários**. Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil. 2018.