

ROGER NUNES TAVARES

**AUTOMAÇÃO APLICADA NO CONFORTO TÉRMICO DE ANIMAIS EM
CONFINAMENTO**

Orientador: José Vítor Nicacio

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como requerimento
ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em
Automação Agrícola e Industrial.**

**VIÇOSA
2019**

RESUMO

Com o aumento da população humana tem surgido uma grande demanda alimentícia. Estima-se que em 2050 a produção de alimentos deverá aumentar em 70% para conseguir suprir a população humana. Assim, para não haver falta de alimento no futuro, a busca pela maximização da produção de alimentos tem aumentado bastante. Para isso, sistemas automatizados têm surgido para melhorar a produção agrícola. No que tange à produção animal, sistemas confinados com climatização vêm sendo aplicados nas instalações para que os animais atinjam sua zona de conforto térmico a fim de que a produção atinja o seu ponto ótimo. Entre os sistemas de climatização os que mais se destacam são os de ventilação forçada em conjunto com sistemas de aspersão, sistema de resfriamento adiabático, e sistema de climatização por líquidos refrigerantes. Este trabalho apresenta o objetivo de estudar a aplicação de sistemas automatizados no processo de ambiência de animais em confinamento no auxílio da produção, mostrando as tecnologias que o mercado oferece ao agricultor. Por fim, concluiu-se que a automatização no processo de ambiência de animais em confinamento tem despertado a curiosidade contínua de empresas, pesquisadores e produtores rurais, visto que, o mercado lança constantemente uma gama de controladores, sensores, atuadores e softwares de gerenciamento para automação do ambiente de animais confinados.

ABSTRACT

With the increase of the human population a great food demand has arisen. It is estimated that by 2050 food production is expected to increase by 70% in order to supply the human population. Thus, in order to avoid lack of food in the future, the search for the maximization of food production has increased considerably. For this, automated systems have emerged to improve agricultural production. As far as animal production is concerned, systems with climate control are being applied to the premises so that the animals reach their zone of thermal comfort in order that the production reaches its optimum point. Among the air conditioning systems, the most outstanding are forced ventilation in conjunction with sprinkler systems, adiabatic cooling system, and coolant air conditioning system. This work presents the objective of studying the application of automated systems in the ambience process of animals in confinement in the aid of the production, showing the technologies that the market offers to the farmer. Finally, it was concluded that automation in the confinement process environment has aroused the continuous curiosity of companies, researchers and farmers, since the market constantly launches a range of controllers, sensors, actuators and management software for automation of the environment of confined animals.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	4
2	ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DE ANIMAIS EM CONFINAMENTO.....	4
3	SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO.....	5
4	SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE CONTROLE DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO ANIMAL EM ESPAÇO CONFINADO	7
4.1	CONTROLADORES DE AMBIÊNCIA EXISTENTES NO MERCADO.....	8
4.2	ESTUDOS DE CASOS EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PARA AMBIÊNCIA ANIMAL.....	12
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
6	REFERÊNCIAS	16

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população humana a demanda alimentícia vem sofrendo um grande aumento. Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) a população mundial será de 9,8 bilhões em 2050, sendo 70% dessa população urbana. Além do espaço rural ser reduzido, a produção de alimentos deverá aumentar em 70% até lá.

Com a finalidade de aumentar a produção de alimentos por área, espaços confinados de animais é uma tendência que vem tomando o gosto do produtor nos últimos tempos. Porém, a maior densidade de animais nos traz problemas ambientais ao qual os animais são submetidos. Esses fatores como o ambiente térmico em que vivem, acarretam numa redução na produtividade, com consequentes prejuízos econômicos (Silva, 2008).

Para tentar minimizar esse problema, sistemas automatizados para cuidar do ambiente térmico vêm surgindo a fim de maximizar a produção. Um sistema de automação permite monitorar e controlar um ambiente de forma rápida, estável, segura e automática, ou seja, um sistema de automação visa perceber o ambiente que o cerca para atuar de forma previsível (Silva, 2008).

Portanto, nesse trabalho foi elaborado um estudo da contribuição da automação no processo de ambiência de animais em espaço confinado, apresentando as tecnologias que o mercado oferece ao produtor rural.

2 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DE ANIMAIS EM CONFINAMENTO

Os animais trocam continuamente calor com o ambiente, e é neste processo que eles acabam sofrendo ajustes fisiológicos para se manterem adaptados ao meio em que vivem. Fatores estes em que as consequências podem ocasionar prejuízo econômico ao produtor. Desta forma, o conhecimento das respostas fisiológicas, comportamentais e físicas dos animais relacionados ao ambiente térmico nos permite tomar decisões a fim de maximizar a atividade produtiva.

Os animais utilizados nos processos de produção de carne, leite, lã e ovos são homeotérmicos. Isso significa que estes animais trabalham para manter a temperatura corporal dentro de uma faixa de temperatura. Essa faixa de temperatura é conhecida como zona de conforto térmico. A zona de conforto térmico é dependente de diversos fatores do animal, como peso, idade, estado fisiológico, densidade do grupo, dieta, genética, tipo de animal e fatores ambientais como, temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, entre outros. É na zona de conforto térmico que os animais

conseguem entregar seu máximo de produção pois os mesmos estão confortáveis e não há sensação de calor e frio (Baêta & Souza, 1997).

Segundo estudos, a temperatura e umidade relativa ótima para frangos no Brasil é de 21 a 33°C e 52 a 71% respectivamente (Alecrim, 2013).

Já para ruminantes, a faixa de termoneutralidade ideal é de 13 a 18°C sendo que para vacas leiteiras a temperatura ótima é entre 4 e 24°C, podendo sofrer uma variação limite de 7 a 21°C em função da umidade relativa do ar (Nääs et. al., 1989).

Quanto a suínos há estudos que afirmam que a termoneutralidade flutua de acordo com a idade do animal. Para um leitão no nascimento a faixa de conforto fica entre 32 e 34°C, aos 35 dias fica entre 29 e 31°C e a temperatura ideal para matrizes fica entre 16 e 21°C (Pandorfi et. al. 2004).

3 SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

O microclima gerado no interior de uma instalação é uma combinação de fatores como temperatura, umidade relativa do ar, radiação, densidade de animais entre outros. Para cuidar da climatização, artifícios são usados desde a construção da instalação de confinamento até aos métodos de controle artificiais do microclima (Silva, 2008).

Com o objetivo de melhorar o comportamento e bem-estar animal, sistemas climatizados vêm sendo empregados a fim de que a produção desses animais confinados seja ótima.

Entre os sistemas de climatização mais comuns para animais em confinamento, destacam-se:

- Sistema de Ventilação Forçada – Esse sistema tem o objetivo de aumentar a dissipação de calor por convecção e evaporação através do aumento da troca de ar dentro da instalação. O aumento da movimentação do ar reduz a temperatura corporal e taxa respiratória do animal além de ser um importante regulador de umidade relativa. Geralmente são divididos em Sistema de Ventilação Positiva ou Sistema de Ventilação Negativa. O primeiro usa ventiladores forçando a entrada de ar para dentro da instalação. Já o segundo usa exaustores criando um vácuo que força a saída de ar da instalação (Curi, 2014).
- Sistema de Nebulização ou aspersão de água – Esse sistema pode ser usado interna ou externamente à instalação. Quando usado externamente tem por objetivo diminuir a carga térmica radiante nos animais (Baêta et. al., 1997). Quando usado internamente tem o objetivo de reduzir a temperatura interna e aumentar a umidade relativa do ambiente (Silva, 2008).

- Sistema de Ventilação com Resfriamento Evaporativo – É um sistema de aspersão ou pulverização de água associado a um sistema de ventilação. Esse sistema visa potencializar a climatização de uma edificação permitindo a circulação de ar frio no ambiente interno da instalação. Nesse sistema é importante colocar os nebulizadores/aspersores enfileirados e perto dos ventiladores. Assim, o ar não fica tão úmido e ao mesmo tempo resfria-se o galpão (Silva, 2008).
- Sistema Adiabático – Esse tipo de sistema força o ar externo sujo atravessar por um purificador que é umedecido através de água nebulizada, forçando a evaporação da água e resfriando o ar que no fim do processo é insuflado através de ventiladores para o interior da instalação (Tolon, Nääs, 2005). A **Figura 1** ilustra um sistema adiabático.

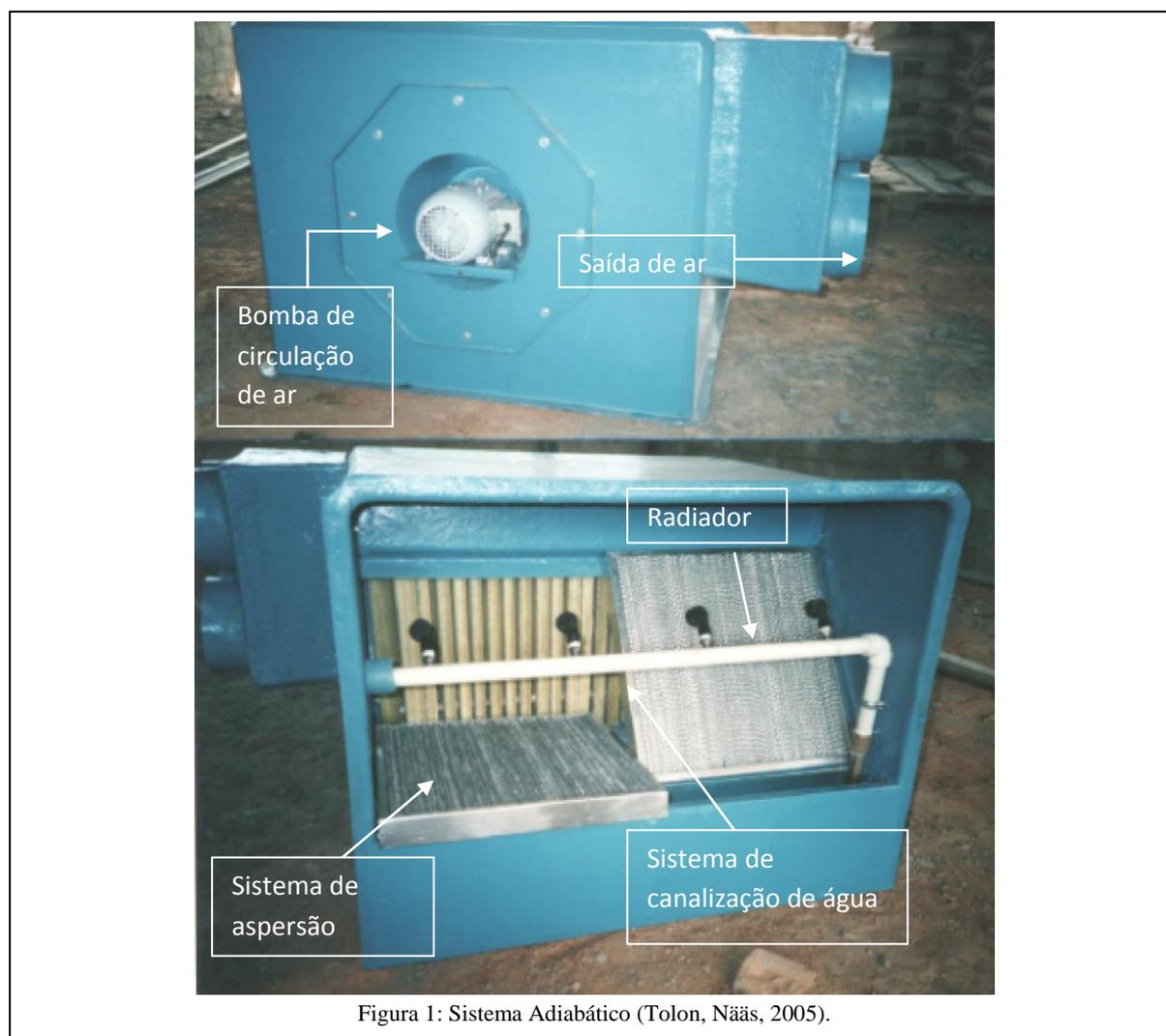


Figura 1: Sistema Adiabático (Tolon, Nääs, 2005).

A **Tabela 1** mostra um comparativo entre os tipos de sistemas de climatização:

Tabela 1: Comparativo entre os sistemas de ventilação.

TIPO DE SISTEMA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
VENTILAÇÃO FORÇADA	Renova o ar, auxilia na diminuição da umidade relativa e dissipação de calor por convecção e evaporação.	Não consegue auxiliar no aumento da umidade relativa.
NEBULIZAÇÃO OU ASPERÇÃO DE ÁGUA	Diminui a temperatura do ambiente e auxilia no aumento de umidade relativa.	Pode tornar o ambiente muito úmido.
VENTILAÇÃO COM RESFRIAMENTO EVAPORATIVO	Renova o ar, regula a umidade relativa e temperatura do ambiente.	Maior gasto com energia e água.
SISTEMA ADIABÁTICO	Renova e purifica o ar, regula a umidade relativa e temperatura do ambiente.	São caros, ocupam muito espaço e precisam de mão de obra qualificada para fazer a manutenção.

4 SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE CONTROLE DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO ANIMAL EM ESPAÇO CONFINADO

Com o objetivo de melhorar o comportamento e bem-estar animal, sistemas automatizados vêm sendo empregados a fim de que a produção desses animais confinados seja ótima. Para isso, é importante ter um sistema que faça leituras, no mínimo, de temperatura e umidade relativa do ambiente de confinamento, processe e interprete a informação através de algum controlador e por fim, utilize atuadores como os ventiladores, exaustores, pulverizadores, aspersores, entre outros equipamentos, a fim de manter o ambiente na zona de conforto térmico dos animais. Esses sistemas automatizados podem vir acompanhados de supervisórios, que basicamente armazenam em um banco de dados informações de um processo e gera informações em tempo real a fim de apresentar as variáveis importantes do processo auxiliando o usuário em tomadas de decisões que podem vir a intervir em todo o processo pelo próprio supervisório. A **Figura 2** ilustra um esquema geral de um sistema automatizado de conforto térmico.

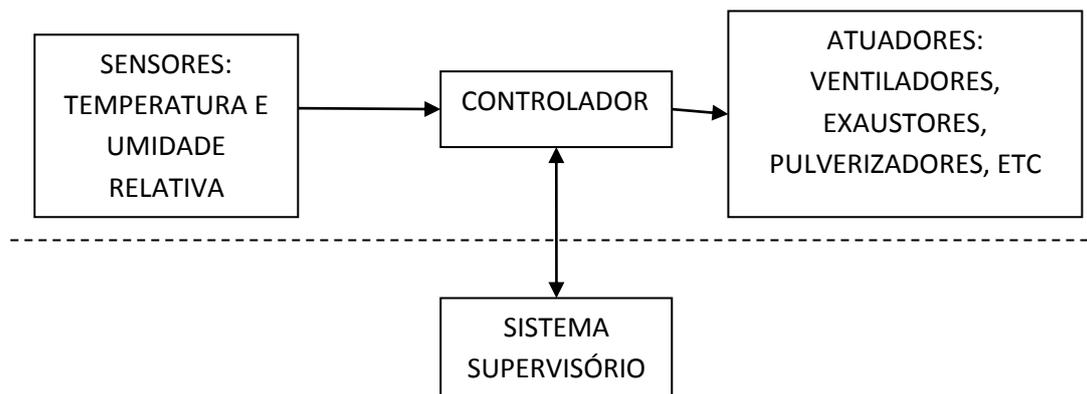


Figura 2: Sistema Automatizado.

4.1 CONTROLADORES DE AMBIÊNCIA EXISTENTES NO MERCADO

- Humitech III Full Gauge: Este controlador é aplicado a um conjunto de sistemas de resfriamento evaporativo para instalações agropecuárias. O controlador vem acompanhado de um sensor de umidade relativa e temperatura (SB56). Desse modo, o equipamento consegue operar numa temperatura e umidade de controle de 0 a 50°C e 20 a 85%UR respectivamente. É importante observar que o controlador possui 9 saídas a relé, sendo uma para alarme e as outras 8 para comando de contadoras. A **Figura 3** ilustra o controlador Humitech III® da Full Gauge. Vê-se que o controlador é preparado para receber 5 estágios de ventilação e 2 estágios de nebulização.

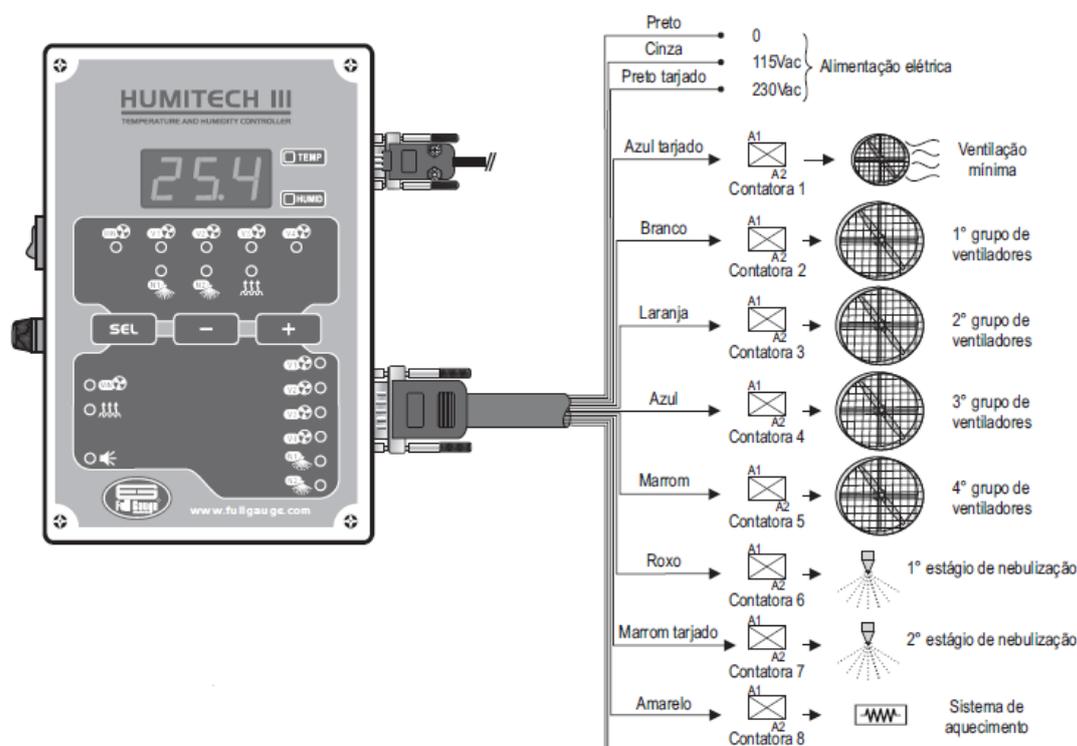


Figura 3: Controlador Humitech III.

A Full Gauge apresenta como software para gerenciamento de climatização o Sitrad Pro®. Utilizando a comunicação ethernet o controlador se comunica com o software. Assim, o Sitrad avalia, configura e armazena, continuamente, dados de temperatura, umidade, tempo, tensão, permitindo a modificação de parâmetros de operação através de um computador ou smartphone. A **Figura 4** ilustra como é estabelecida a comunicação entre controlador e o software.

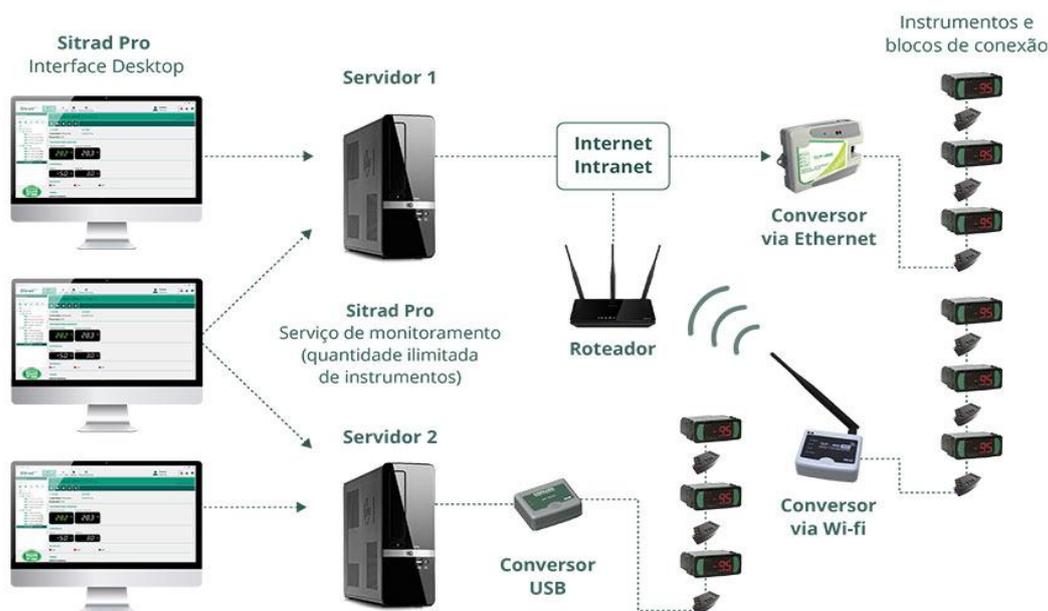


Figura 4: Comunicação entre controladores Full Gauge e o software de gerenciamento Sitrad Pro.

- Smaai-5® InoBram: O Smaai-5® é um controlador de operação simples e de fácil entendimento aplicado a instalações de ambiência de aviários. O controlador possui como saídas 12 grupos de ventilação, 3 grupos de nebulizadores, 4 grupos de aquecedores, 1 máquina de cortina principal do tipo abre e fecha. É importante observar que todas essas saídas são para comando de contadoras. O mesmo consegue se comunicar com Sondas Smaai®. Elas são: 5 sondas digitais (Sonda T) de temperatura, 3 sondas digitais de temperatura e umidade relativa (Sonda T/U), 2 sondas digitais de umidade relativa (Sonda U), 1 sonda de pressão estática (Sonda PE), 1 sonda de dióxido de carbono (Sonda CO2), 1 sonda de consumo de água (Sonda H2O). O controlador possui range de temperatura de controle de 0,1 a 60°C, umidade de controle de 1 a 99%UR e pressão de controle de 0 a 250pa.

A InoBram possui um portal de acesso online chamado de InoBram Cloud® permitindo o usuário conectar-se ao Smaai-5® remotamente. Através desse portal é possível ter acesso aos dados armazenados do Smaai-5® por intermédio do CDI-01 (Central de dados InoBram) além de poder atuar e monitorar em tempo real todo o sistema através da comunicação ethernet. A **Figura 5** ilustra o

Smaai-5® comunicando com o portal de acesso remoto da InoBram. É importante observar que a comunicação ethernet é utilizada na conexão de supervisor e controlador.

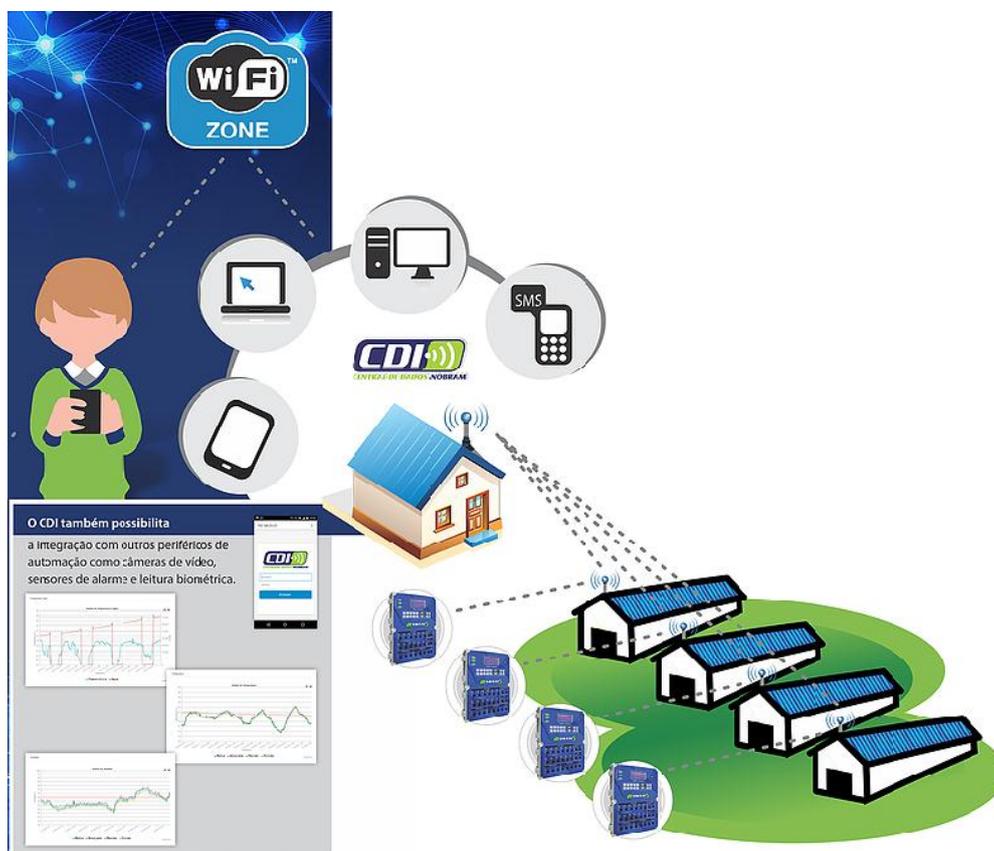


Figura 5: Comunicação do Smaai-5 com o portal de acesso online da InoBram.

- **CC4® Fancontrol:** Este controlador projetado para aviários apresenta 8 grupos de aquecimento controlados individualmente e por zona, 20 grupos de ventilação, incluindo ventilação mínima, 4 grupos de pad-cooling (resfriamento adiabático) e/ou refrigeração, 3 saídas para controle de cortinas, 2 saídas para entrada de ar, entre outros. Além disso, o CC4 possui datalogger integrado com a finalidade de se manter um banco de dados independentemente do que ocorra no processo. A Fancontrol possui um software CCR®, possibilitando a comunicação ethernet a um computador que pode ser conectado ao CCR4® através de comunicação RS-485, permitindo dessa forma o acesso remoto via internet. Por fim, é importante observar que o software permite ao usuário monitorar e modificar ações e parâmetros do controlador em tempo real, armazenamento de dados e geração de gráficos e relatórios. A **Figura 6** e **Figura 7** ilustram o controlador e o supervisor de gerenciamento respectivamente.



Figura 6: CCR4 da Fancontrol.



Figura 7: Software CCR da Fancontrol.

Na Tabela 2 consegue-se ver um comparativo entre os tipos de controladores.

Tabela 2: Comparativo entre os controladores.

	HUMITECH	SMAAI5	FANCONTROL
ESTÁGIO DE VENTILAÇÃO	✓	✓	✓
ESTÁGIO DE NEBULIZAÇÃO	✓	✓	
PAD-COOLING (RESFRIAMENTO ADIABÁTICO)			✓
GRUPOS DE AQUECIMENTO	✓	✓	✓
ACIONAMENTO DE CORTINAS		✓	✓
CONTROLE DE TEMPERATURA	✓	✓	✓
CONTROLE DE UMIDADE	✓	✓	✓
CONTROLE DE DIÓXIDO DE CARBONO		✓	✓
CONTROLE DE PRESSÃO		✓	✓
DATALOGGER INTEGRADO			✓
SOFTWARE DE GERENCIAMENTO	✓	✓	✓

4.2 ESTUDOS DE CASOS EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PARA AMBIÊNCIA ANIMAL

Com a finalidade de buscar soluções práticas e econômicas para atingir as faixas ideais de conforto, sistemas automatizados de ambiência tem sido objeto de estudo e pesquisa. A seguir é apresentado dois estudos de sistemas de automação na área de ambiência animal.

Matuchaki (2011), propôs um sistema para controlar a temperatura de um aviário. Assim, para medir temperatura, o autor utilizou um termopar do tipo J, que tem um range de 0 a 760°C. Para estabelecer a comunicação entre o Termopar e o CLP, foi necessário fazer uma ligação entre o Termopar e um transmissor de temperatura. Este transmissor pode ser configurado com o software TxConfining de acordo com o tipo de Termopar e faixa de medida utilizada. É importante observar que para o projeto em questão, foi utilizada a faixa de 0 a 100°C.

Tomou-se como referência de espaço confinado, um aviário de 1200m², onde projetou-se um forno contendo um motor de 2 HP, uma bomba com potência de 1 HP e seis exaustores de 1 HP cada. O forno tem o papel de manter a temperatura elevada nos primeiros dias de vida dos animais. Já a sucção de ar por meio de exaustores tem a função de formar uma pressão negativa no interior do galpão, obrigando desse modo o ar interno se renovar com velocidade mais uniforme. A bomba de nebulização ajuda a manter temperatura baixa e no controle da umidade relativa do ar interna.

Para que os equipamentos responsáveis pelo controle da temperatura sejam ligados e desligados no momento exato, sem que o avicultor esteja o tempo todo acompanhado o processo, foi utilizado um CLP do tipo XC100 da Eaton ® que atua diretamente sobre os equipamentos conforme o comando do proprietário.

O avicultor pode acompanhar e comandar todo o processo através da tela do supervisório, projetado no ambiente de desenvolvimento CodeSys®, como ilustrado na **Figura 8**.

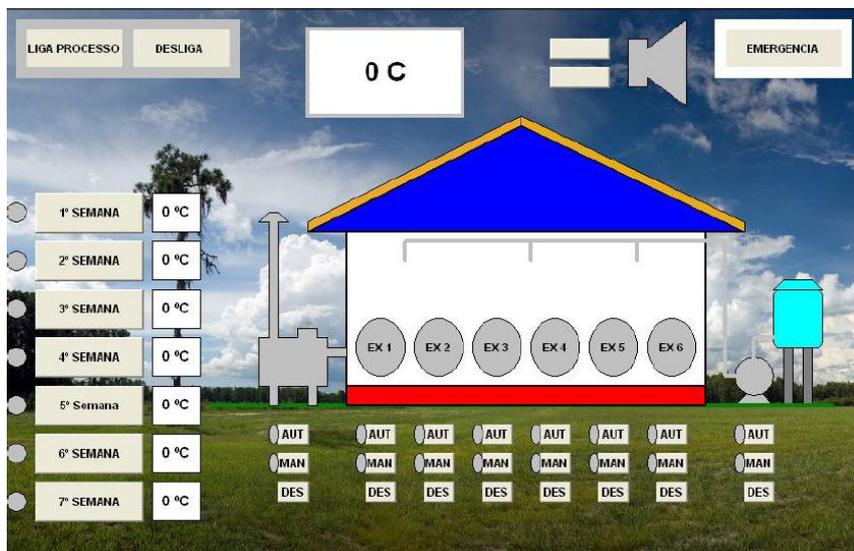


Figura 8: Tela do supervisório.

As temperaturas desejadas para cada semana de vida das aves, poderá ser digitada e alterada pelo avicultor, quando necessário. Desse modo, quando o proprietário receber as aves, ele deverá pressionar a tecla “LIGA PROCESSO” e logo após a tecla “1º SEMANA” ou outra semana desejada e por fim digitar a temperatura desejada. Se a temperatura no interior do aviário estiver abaixo da temperatura selecionada na tela (Figura 9) o forno atuará e voltará a desligar quando a temperatura voltar aos 32 °C.

O Exaustor 4 será acionado quando a temperatura subir 0.2 °C referente a digitada na tela, se a temperatura subir mais 0.2, ou seja, ir até 32.4 °C, o exaustor 3 também irá acionar. Caso a temperatura subir para 32.6°C os exaustores 2 e 5 serão ligados. Por conseguinte, caso a temperatura chegue aos 32.8°C, os exaustores 1 e 6 serão acionados. Se a temperatura persistir em subir, o sistema de nebulização será acionado. Vale a pena lembrar que a nebulização não deve ser acionada nas primeiras semanas, pois acarretaria sérios problemas nas aves, por isso o operador tem a opção de desabilitar e habilitar certos equipamentos quando necessário, como ilustra a **Figura 10**.

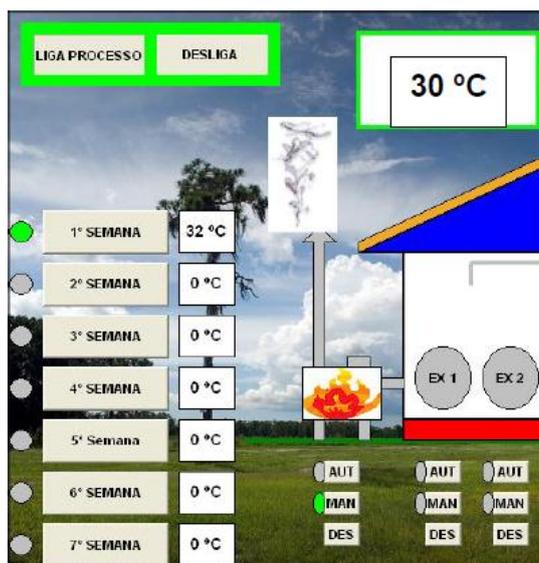


Figura 9: Seleção da semana e temperatura desejada.

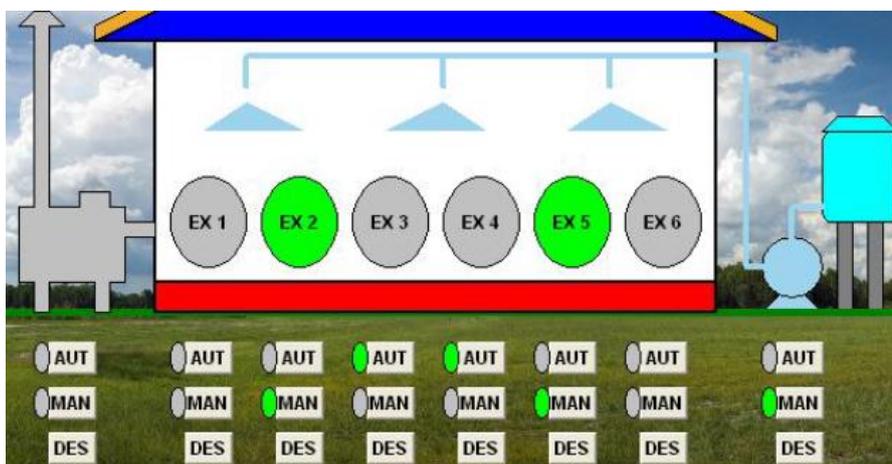


Figura 10: Seleção dos equipamentos.

Silva et. al. (2011) propôs um sistema de baixo custo para monitoramento e controle de temperatura e umidade do ar associado a um sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) visando atender a necessidade do pequeno produtor de leite. Para isso, os autores utilizaram de um microcontrolador AT89S8252 MCS-51 INTEL, display LCD 16x2. Para medição da temperatura, utilizou-se o sensor LM35, com precisão de $\pm 0,5$ °C, dentro da faixa de temperatura de -55 °C a 150 °C. Já para medição de umidade relativa utilizou-se o HIH-4004, com precisão de $\pm 3,5\%$ dentro da faixa de umidade relativa de 0 a 100%. É importante observar que a comunicação do microcontrolador com os sensores, era feita através de portas do tipo DB 15 e o hardware tinha capacidade para ler até 10 sensores. Quando o controlador recebia os dados dos sensores, o mesmo processava e interpretava a necessidade de ligar ou desligar algum dos atuadores (ventiladores e conjunto motobomba) automaticamente. Afim de ser evitada leituras errôneas, os sensores foram abrigados em um recipiente branco aberto na parte inferior para

circulação do ar, pois, uma vez que os sensores ficassem expostos diretamente a luz solar, nebulização e ventilação poderiam alterar a leitura implicando no mau funcionamento do controlador.

A etapa de validação do sistema controlador foi realizada na pré-ordenha de bovinos leiteiros, equipado com o SRAE, composto por dois ventiladores axiais da marca Ventiave®, modelo P3D-Plus, diâmetro de 1,0 m, vazão de 240 m³/min, 965 RPM, motor trifásico de 0,5 HP e velocidade de deslocamento da massa de ar de até 2,5 m/s. No curral de espera esses ventiladores foram fixados na face sul, com espaçamento de 6 m entre os equipamentos, a uma altura de 2,5 m do piso (medido a partir do centro do equipamento) e com inclinação, em relação à vertical, de 20°, direcionados para o piso. O sistema de nebulização foi composto por cinco linhas (tubo de polietileno), com quatro bicos nebulizadores por linha, marca Asbrasil®, modelo Hadar 7110, com espaçamento de 1,5 m entre os bicos e entre as linhas, a uma altura de 3,0 m do piso. Esse sistema foi equipado com uma bomba centrífuga da marca Schneider®, modelo BC-92SK, de 0,75 CV e motor trifásico, cujo consumo de energia era equivalente a 0,65 KW/h. A vazão de água nas linhas de nebulização foi de 240 L/h.

O SRAE foi ligado a um painel de potência e acionado automaticamente pelo controlador, o que permitiu o funcionamento do sistema de forma intermitente, durante a permanência dos animais no curral de espera. Os ventiladores e a bomba centrífuga eram acionados quando a temperatura ambiente ultrapassasse 26,0°C e a umidade relativa do ar fosse inferior a 65%, respectivamente. Para desativar os atuadores foi utilizado histerese de 1 (uma) unidade, tanto para temperatura como para umidade relativa do ar, ou seja, o controlador desligava os ventiladores e a bomba centrífuga quando a temperatura ambiente atingisse uma unidade abaixo de 26,0°C (25°C) e umidade relativa uma unidade acima de 65% (66%).

Como resultado os autores perceberam que o sistema proposto se mostrou eficiente, visto que, o controle do ambiente foi mantido abaixo da temperatura crítica de 26°C, sendo sua média de 25,09°C.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a revisão bibliográfica feita, percebeu-se que a automatização no processo de ambiência de animais em confinamento tem despertado a curiosidade de empresas, pesquisadores e produtores rurais. Devido aos problemas com o ambiente térmico em instalações confinadas, não se consegue otimização da produção de animais em confinamento sem o controle de um ambiente confinado.

Por fim, viu-se que o mercado apresenta uma gama de controladores, sensores, atuadores e softwares de gerenciamento para automação do ambiente de animais confinados, sendo eles dos mais comuns aos mais robustos. O que vai ter que ser levado em conta são os recursos financeiros que o produtor rural tem para investir, a eficiência produtiva e o retorno econômico que se deseja alcançar.

6 REFERÊNCIAS

- [1] 08 01 2019. CATÁLOGO EATON:
<http://www.eaton.com.br/EatonBR/ProductsSolutions/Electrical/ProdutoseServicos/Automa%C3%A7%C3%A3oeControle/XC100-200/index.htm>.
- [2] 08 01 2019 FICHA TÉCNICA SITRAD: <https://www.sitrad.com.br/sitrad-pro/>.
- [3] 09 01 2019. FICHA TÉCNICA INOBRAM: <https://www.inobram.com.br/smaai-05>.
- [4] 08 01 2019. FICHA TÉCNICA HUMITECH III: <https://www.fullgauge.com.br/manuais/humitech-iii>.
- [5] 09 01 2019. FICHA TÉCNICA FANCONTROL:
<http://www.fancontrol.com.br/produto/3/49/controlador-cc4>.
- [6] “ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO,” 19 12 2018.
[Online]. Available: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>.
- [7] Y. B. TOLON e I. D. A. NÄÄS, “AVALIAÇÃO DE TIPOS DE VENTILAÇÃO EM MATERNIDADE DE SUÍNOS,” *Engenharia Agrícola Jaboticabal*, pp. 565 - 574, 2005.
- [8] F. TIGGEMANN, “SISTEMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE AMBIÊNCIA PARA AVIÁRIOS DO TIPO PRESSÃO NEGATIVA,” LAJEADO, 2015.
- [9] S. R. L. SOUZA, I. A. NÄÄS, S. KARASAWA e C. E. B. ROMANINI, “ANÁLISE DO INVESTIMENTO EM CLIMATIZAÇÃO PARA BOVINOS DE LEITE EM SISTEMA DE ALOJAMENTO FREE-STALL,” UNICAMP, pp. 255-262, 2004.
- [10] H. Pandorfi, D. J. d. M. Iran J. O. da Silva e K. B. Sevegnani, “MICROCLIMA DE ABRIGOS ESCAMOTEADORES PARA LEITÕES SUBMETIDOS A DIFERENTES SISTEMAS DE AQUECIMENTO DO PERÍODO DE INVERNO,” *REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL*, pp. 99-106, 2005.
- [11] NÄÄS, *PRINCÍPIOS DE CONFORTO TÉRMICO NA PRODUÇÃO ANIMAL*, SÃO PAULO: ÍCONE EDITORA LTDA, 1989.

- [12] H. P. I. A. J. S. M. P. D. J. D. M. IRAN J.O. DA SILVA, "EFEITOS DA CLIMATIZAÇÃO DO CURRAL DE ESPERA NA PRODUÇÃO DE LEITE DE VACAS HOLANDESAS," R. BRAS. ZOOTEC., pp. 2036-2042, 2002.
- [13] T. M. R. D. C. CURI, "AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO EM INSTALAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE ATRAVÉS DE DIFERENTES MODELAGENS," Unicamp, Campinas, 2014.
- [14] BAÊTA, "AMBIÊNCIA EM EDIFICAÇÕES RURAIS - CONFORTO TÉRMICO," VIÇOSA, UFV, 1997, p. 246.
- [15] H. B. ARAÚJO, "AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO ADIABÁTIFCO EVAPORATIVO EM "BAIAS LIVRES" PARA BOVINOS COM ALTA PRODUÇÃO DE LEITE," UFV, VIÇOSA, 2002.
- [16] P. D. D. ALECRIM, A. T. CAMPOS e T. Y. JÚNIOR, "SISTEMA AUTOMATIZADO EMBARCADO EM MICROCONTROLADOR PARA CONTROLE E SUPERVISÃO DO AMBIENTE TÉRMICO PARA AVIÁRIOS," CIENTÍFICA, pp. 33 - 45, 2013.

ROGER NUNES TAVARES

AUTOMAÇÃO APLICADA NO CONFORTO TÉRMICO DE ANIMAIS EM CONFINAMENTO

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT554 - Trabalho de Conclusão de Curso e cumprimento do requisito parcial para obtenção do Certificado de Especialista em Automação e Controle de Processos Agrícolas e Industriais.

Aprovada em 22 de fevereiro de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. José Vitor Nicacio - Orientador
Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Mauro de Oliveira Prates - Membro
Universidade Federal de Viçosa



M.Sc. Gerson Ovidio Luz Pedruzi - Membro
Universidade Federal de Viçosa