



AUTOMAÇÃO PARA OBTER GANHOS DO CONFORTO TÉRMICO PARA GADOS LEITEIROS EM CONFINAMENTOS

Genaldo Ferreira da Cunha Filho*¹, Bruno Quirino de Oliveira², Antonio Marcos de Melo Medeiros³, Daniel Godinho Dantas¹

¹PUC-Goiás – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

²PUC-Goiás – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

³PUC-Goiás – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

¹PUC-Goiás – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Resumo — Este estudo apresenta um controle de parâmetros fundamentais aplicados em sistemas de confinamento de gado leiteiro. A administração de variáveis possibilita o controle térmico necessário para melhorar a eficiência, elevar a produtividade dos animais e reduzir os custos do produtor rural. Com a utilização de um sistema automatizado, interligado a um microcontrolador (NodeMCU) que recebe dados de sensores, torna-se possível alcançar o conforto térmico exigido para os sistemas de ventilação forçada.

Palavras-Chave — Conforto térmico, Sistemas de ventilação, microcontrolador e Sensores.

AUTOMATION TO ACHIEVE GAINS IN THERMAL COMFORT FOR CONFINED DAIRY CATTLE

Abstract — This study demonstrates a control of fundamental parameters applied in dairy confinement systems. The management of variables enables the thermal control necessary to improve efficiency, raise animal productivity and reduce the costs of the farmer. With the use of an automated system, connected to a microcontroller (NodeMCU) that receives data from sensors, it is possible to achieve the thermal comfort required for forced ventilation system.

Key words — Thermal comfort, Ventilation system, microcontroller and Sensors.

I. INTRODUÇÃO

A Agropecuária brasileira tem como finalidade atender o mercado que depende da matéria-prima e também o alimentício. Neste artigo a abordagem principal será no aumento da eficiência produtiva do gado de leite através do controle térmico de laticínios a partir do desenvolvimento do *hardware* e *software* para obtenção desse ganho.

Visto que o clima é um dos agentes influenciadores que interfere de forma direta no bem-estar do animal bovino, muitos produtores mantinham seus gados nos pastos, o que sofriam bastante com as cargas de radiação proveniente do sol, da atmosfera, do horizonte e do solo, afetando na saúde do

animal e diretamente no conforto térmico. Diante disso, teve a necessidade de implantar recursos e tecnologias para reverter essa situação.

Desenvolveram então os confinamentos de gados leiteiros, visando uma melhoria no bem-estar do animal e consequentemente uma maior produção de leite. Além de manter o gado leiteiro em confinamentos, protegendo-os contra as radiações, algumas variáveis são de extrema importância para ter um aumento na produtividade do leite, são elas: luminosidade, temperatura e umidade.

Possuindo os dados coletados das variáveis de controle, pode-se criar um modelo automatizado para atingir uma melhor produção de leite em gados de confinamento. Uma vez que esses dados passam a ser monitorados 24h por dia, o sistema passa a ter total controle e com isso as vacas ficam todo seu período de lactação em conforto térmico ideal, fazendo com que aumentem sua produção de leite, consequência positiva para os lucros do consumidor final [1].

II. CONFINAMENTOS

A. Compost barn

O *Compost barn* (Figura A.1) é composto por um galpão na zona rural sem compartimentos internos, onde os animais têm um ambiente em comum para repousar e se locomover.

Fig. A.1. *Compost barn*.



Fonte: Agazetaweb-Agricultores.

*genaldofcf@gmail.com
brquirino@gmail.com
amarcosmedeiros@gmail.com
danielgodinhod@gmail.com

O rebanho fica sobre uma cama confortável (composta pela mistura de materiais ricos em carbono, a título de exemplo mais comum a serragem, com materiais ricos em nitrogênio, esse tipo de material mais utilizado são os resíduos das próprias vacas), essa cama precisa também da ventilação artificial para manter os níveis de umidades exigidos, de forma que a mesma fique aconchegante e seca para os animais [2] e [3].

B. Free stall

O *Free Stall* (Figura A.2) também é muito utilizado e tem certa semelhança com o *compost barn*, diferindo apenas nos compartimentos internos, onde cada animal tem seu espaço particular.

Fig. A.2. *Free stall*.



Fonte: Marketingagricola.

Nesses compartimentos também há camas que são, geralmente, revestidas de areia, que é um material favorável para esse tipo de sistema, em razão de que apresenta conforto necessário, inibe a proliferação de bactérias, aumenta o atrito dos corredores, diminuindo possíveis escorregões e também tem um nível favorável de umidade, que ajuda a reter a água da cama [2].

C. Cross ventilation

O *Cross Ventilation* (ventilação cruzada) (Figura A.3) usa o mesmo ambiente do *Free Stall*, com algumas técnicas adicionais de real importância para o local de produção onde permite-se dizer que é o sistema mais completo e eficaz disponível. Além dos compartimentos internos separados, esse sistema é munido de exaustores que retiram do ambiente o ar quente.

Fig. A.3. *Cross ventilation*.



Fonte: Educapoint-Fazenda Colorado.

Outro fator importante é a baixa inclinação dos telhados, tornando-se possível, com o uso de defletores, a movimentação contínua e o direcionamento do ar refrigerado pelo ambiente [4].

III. VARIÁVEIS DE CONTROLE

Além de manter o gado leiteiro em confinamentos, protegendo-os contra as radiações, algumas variáveis são de extrema importância para ter um aumento na produtividade do leite, são elas:

D. Luminosidade

A emissão de luz sobre os animais é um fator que quando controlado, influencia no aumento da produção de leite, crescimento do animal e reprodução. Utilizando os sistemas de confinamento, o gado leiteiro fica sujeito a ter uma menor quantidade de luz incidida sobre eles, em média de 18 *lux*, logo, o produtor perde todos esses aspectos.

Estudos comprovam que para obter o ganho de produção e melhorias nos animais, os mesmos devem estar submetidos no mínimo a 150 *lux* por 16 horas ao dia. Para as fazendas atingirem esse número, faz-se a utilização de iluminação artificial e fazendo o controle da quantidade mínima de *lux* por dia, a vaca pode chegar a ter ganho de produção de aproximadamente 2,2 *kg/vaca/dia* [5].

E. Temperatura e umidade

No mercado do leite, climas tropicais e subtropicais, juntamente com uma temperatura e umidade do ar elevada, causam bastante estresse térmico e desconforto nos animais. O que pode ser visível pelos produtores, pois as vacas ficam babando, além de permanecerem mais tempo em pé e com uma respiração mais ofegante. Logo, a temperatura do ar e a umidade relativa do mesmo, são os principais fatores para o aumento de produção [6].

Fazendo a associação dessas variáveis, obtém-se o índice de temperatura e umidade (*ITU*) ou do inglês a sigla (*ITH* – *Temperature and humidity index*). Anteriormente, esse índice servia para analisar o conforto térmico dos humanos, desenvolvido por Thom (1959). Contudo, alguns cientistas perceberam que fazendo adaptações nesse modelo, poderiam usar esse sistema para analisar o conforto térmico em animais, incluindo os bovinos [7].

F. ITH

O índice de temperatura e umidade indica a zona de ambiente em que os animais estão submetidos. Diante dele, o estresse térmico e desconforto dos animais podem ser controlados. O cálculo do *ITH* passou por vários estudos e aprimoramentos, a mais recente, desenvolvida [Mader A] em 2006 é mostrada conforme a equação (1).

$$ITH = (0,8 * Tdb) + \left[\frac{UR}{100} * Tdb - 14,4 \right] + 46,4 \quad (1)$$

onde:

Tdb= Temperatura de bulbo seco.

UR= Umidade relativa do ar.

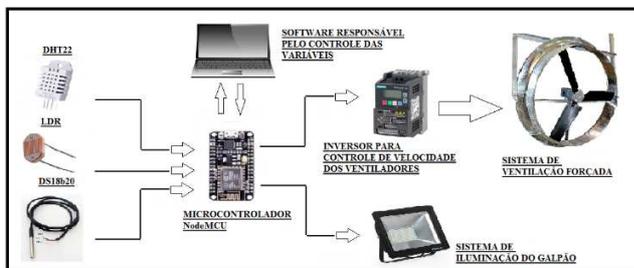
As variáveis de temperatura e umidade podem ser coletadas por estações meteorológicas próximas ao local de produção, porém, o uso de sensores instalados na propriedade para a busca desses dados, podem aumentar a precisão desses fatores, consequentemente melhores resultados para análise.

Ao decorrer do tempo, algumas espécies de gado leiteiro foram analisadas. Afirmam que na raça Holandesa o estresse térmico começa com *ITH* igual a 72 e outros valores podem ser classificados como leve (*ITH* 72 a 78), moderado (*ITH* 79 a 88) e severo (*ITH* 89 a 98). Contudo, algumas vacas leiteiras e de elevada produção, tem uma baixa produção com o índice de temperatura e umidade a partir de 68 [7].

IV. PROCESSO

Nesse tópico será apresentado o funcionamento do programa explicando passo a passo como é executado o controle dos ventiladores e iluminação para a obtenção do conforto térmico. A figura A.4 representa o funcionamento do sistema.

Fig. A.4. Explicativo do projeto.



Fonte: Autores do trabalho.

O sensor DHT22 realiza a coleta dos dados do ambiente (temperatura e umidade) e aplica os mesmo na fórmula do *ITH*. Se o valor calculado do índice de temperatura e umidade for considerado RUIM o inversor recebe um sinal enviado pelo programa, fazendo com que aumente a frequência dos ventiladores. Após esse sinal, espera-se um tempo para as condições climáticas sofrerem alterações. Ao passar desse tempo, se o *ITH* manter a mesma condição, o processo de incremento se repete até o índice de temperatura e umidade for considerado BOM, limitando a frequência máxima em 60Hz.

Quando o *ITH* for BOM, a frequência dos ventiladores diminui na mesma proporção em que foi aumentada, até ocorrer seus desligamentos. No projeto define-se BOM com um *ITH* menor do que 68 e RUIM para *ITH* maior do que 68, variável que pode ser ajustada de acordo com o índice de temperatura e umidade de cada animal e região.

O sensor DS18b20 monitorará a temperatura externa do galpão de confinamento. Se essa variável possuir valor menor do que 16 graus *Celsius*, o inversor recebe um sinal para fazer o desligamento dos ventiladores.

Para o controle de luminosidade, o sensor *LDR* analisará a quantidade de *lux* do ambiente interno do galpão. Se o valor analisado for menor do que 150 *lux*, o *software* envia um sinal para acionar o sistema de iluminação do galpão.

Além de fazer o monitoramento e controle do conforto térmico, o sistema envia os dados para uma plataforma *web* no qual o produtor rural poderá acompanhar por qualquer

dispositivo eletrônico conectado em sua rede. A plataforma mostra os dados de temperatura e umidade interna do galpão, temperatura externa, valor do *ITH* e uma mensagem de erro de sistema, caso algum inversor de frequência entre em falha, sendo assim, o produtor poderá resolver o problema de forma mais rápida e evitará perdas em sua produção.

V. BENEFÍCIOS

Além de ter um aumento na produção de leite, utilizando sistemas de confinamentos com o controle automatizado de suas variáveis, o gado leiteiro atinge uma qualidade de saúde mais eficaz. Como o estresse térmico e desconforto dos animais diminuem, o risco de surgir doenças também abaixam, logo o produtor acaba tendo um custo reduzido em tratamentos veterinários [8].

A mastite é uma inflamação nas glândulas mamárias das vacas, causadas por agentes ambientais e agentes infecciosos. A mesma pode ser evitada com melhorias nos ambientes destinados aos animais, as principais são: Ventilação, evitando a proliferação dos micro-organismos causadores de mastite e também a limpeza constante dos galpões, reduzindo o contato do rebanho com barro e esterco [9].

Analisando o lado do consumo de energia, o produtor que utiliza esses sistemas terá uma redução em sua conta de energia. Como o projeto é automatizado, os ventiladores acabam funcionando com sua potência reduzida, quando necessário, faz-se o aumento conforme a lógica programada para estabelecer o conforto térmico desejado. Logo, como a potência é diretamente proporcional ao consumo de energia, conforme a equação (2), o produtor de leite pagará um valor inferior do que pagaria se não utilizasse um sistema automatizado [8].

$$\text{Consumo} = P * Hf \text{ (kWh)} \quad (2)$$

onde:

P= Potência (W).

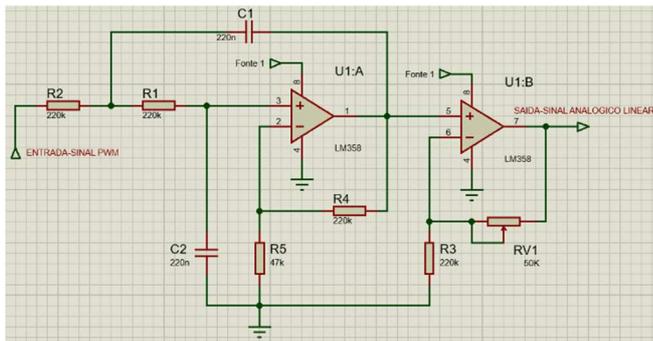
Hf= Horas de funcionamento.

VI. FILTRO ATIVO PASSA BAIXA TIPO BUTTERWORTH

Em alguns sistemas torna-se necessário a utilização de filtros para adequar sinais que serão transmitidos ou recebidos para determinados projetos. Nesse estudo será utilizado o filtro ativo passa baixa de segunda ordem do tipo *butterworth*.

O filtro consiste em fazer a combinação de resistores, capacitores, potenciômetro e o amplificador operacional, onde o escolhido para esse projeto foi o LM 358. Com a junção desses itens é possível corresponder sinais com altas frequências para sinais com baixas frequências.

Fig. A.5. Filtro ativo passa baixa segunda ordem tipo *Butterworth*.



Fonte: Autores do trabalho.

O controle de velocidade dos ventiladores será realizado através da informação gerada pelo *software* e transmitida do microcontrolador *NodeMCU* para o *driver* V20. Como o sinal transmitido é em modulação por largura de pulso ou do inglês *Pulse Width Modulation (PWM)* e sua frequência é de aproximadamente 1kHz , o inversor não é capaz de captar esse dado em sua entrada analógica, por ser um sinal com frequência superior do que utiliza. Sendo assim, a utilização do filtro ativo passa baixa é de extrema importância ao transmitir o sinal adequado para o *driver* [10].

Na Fig. A.5 é mostrado o circuito filtro utilizado para o estudo. Os itens compostos são:

- $R1=220$ [kOhm]
- $R2=220$ [kOhm]
- $R3=10$ [kOhm]
- $R4=27$ [kOhm]
- $R5=47$ [kOhm]
- $RV1= 50$ [kOhm]
- $C1= 220$ [nF]
- $C2= 220$ [nF]
- $U1: A$ e $U1: B= LM 358$

VII. CONCLUSÃO

Dada à importância do assunto, faz-se necessário ter o controle das variáveis relacionadas ao índice de temperatura e umidade para que os animais consigam atingir maior produção e melhorias na saúde. Sendo assim, fazendo a utilização de um *software* e *hardware* capaz de realizar esse monitoramento, o alcance dos objetivos poderá ser atingido.

Além disso, o sistema é capaz de diminuir os gastos com energia, uma vez que os ventiladores passam a ter controle sobre sua potência, o consumo será inferior do que um sistema não controlado.

REFERÊNCIAS

- [1] L. R. Alberio; B. S. Bonifácio; M. P. F. José, Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. Patos, abr/jun, 2010.
- [2] MILKPOINT. **Compost barns vs free stall: diferenças de ocorrência de mastite e conforto.** Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/> Acesso em: 01 de maio de 2019.
- [3] S. G. Alessandro. **Sistema compost barn: caracterização dos parâmetros de qualidade do leite e mastite, reprodutivos, bem estar animal, do composto e econômicos em condições**

tropicais. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/209863/> Acesso em: 03 de maio de 2019.

- [4] R. G. Paulo; F. T. Guilherme; J. O. S. Iran, D. R. F. Djair, Análise espacial do microclima em galpões free-stal com sistema de ventilação cruzada e ventilação forçada. São Pedro, set, 2015.
- [5] Z. L. Cristiano, Avaliação da luminosidade nas instalações de bovinos leiteiros: atual situação e projeção de oportunidade para manejo de fotoperíodo. Cruz Alta, out, 2014.
- [6] MILKPOINT. **A influência do ambiente quente sobre os parâmetros fisiológicos de vacas leiteiras.** Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/> Acesso em: 02 de maio de 2019.
- [7] N. M. Thiago, Índice de estresse térmico e perfil metabólico nos períodos de transição e espera voluntária de vacas da raça girolando, criadas em clima tropical. Goiânia, 2016.
- [8] ROYALMAQUINAS. **Confinamento ou pasto qual a melhor opção para o gado leiteiro.** Disponível em: <https://www.royalmaq.com.br/blog/> Acesso em: 8 de maio de 2019.
- [9] A. P. N. Octaviano. **Fundamentos da mastite bovina e seus impactos na produção.** Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/> Acesso em: 3 de maio de 2019.
- [10] L. B. Robert; N. Louis, Dispositivos eletrônicos e teoria dos circuitos. 11ª edição, jan, 2013.