Análise De Energia Elétrica E Consumo Da Ventilação Mínima

Analysis Of Electrical Energy And Minimum Ventilation Consumption

Djonatas Borges Mota, Acadêmico de Tec. em Aut. Industrial, Faculdade SATC, (djonata_mota@hotmail.com)

Douglas, Professor Orientador, Faculdade SATC (douglas.deolindo@satc.edu.br)

Resumo

O projeto consiste em alterar o modo de operação da ventilação mínima de um aviário, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica. Para isso, deixa-se de utilizar os métodos de partidas do tipo *on/off* e passa-se a empregar partidas com inversor de frequência, permitindo o controle da velocidade dos ventiladores, a variação da potência e o controle do sistema não mais por tempo, mas por ajuste contínuo.

Palavras-chave: variação de potência; ventiladores de aviários; economia de energia.

Abstract

The project consists of changing the operating mode of the minimum ventilation system in an aviary, aiming to reduce electrical energy consumption. The traditional *on/off* starting methods are replaced by inverter-based starting, allowing speed control of the fans, power variation, and system control based on continuous adjustment rather than time-based operation.

Keywords: power variation; aviary fans; energy saving.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma ampla atividade econômica focada na avicultura, que, através de produção rural, gera alimentos para a população. Porém, para que seja um produto viável, é necessário que se tenha cuidados especiais no manejo das aves criadas, a fim de se obter qualidade e evitar o máximo de desperdício, ao final de cada lote.

As tecnologias utilizadas neste meio estão em constante desenvolvimento, tendo como foco o bem estar do frango, para que se obtenha o melhor resultado possível ao final dos lotes. Diante disso, as automações existentes visam à melhoria dos ambientes, juntamente com uma redução no consumo de energia dentro do aviário, buscando manter a ave com o conforto ideal.

Este artigo visa obter informações sobre o consumo elétrico na ventilação mínima necessária em um aviário, permitindo a analise deste processo e sua eficiência para redução de energia elétrica.

Em um país tropical como o Brasil, com clima quente, a temperatura ideal para as aves fica sempre abaixo da temperatura média do dia, e, para alcança-la, são utilizadas ventilações dentro do aviário. Neste local, os equipamentos mais exigidos são os do grupo de resfriamento, que é composto por basicamente duas máquinas: o exaustor, responsável pela circulação do ar, e o painel evaporativo, que diminui a temperatura deste ar no momento em que ele entra no aviário.

Atualmente, nos aviários brasileiros, a ventilação utilizada funciona através de um controlador dedicado, com partidas diretas, que comanda a quantidade de ar que deve ser trocada, através de uma lógica temporizada *on/off*. Neste artigo, será apresentada uma solução que busca reduzir o consumo elétrico na ventilação mínima e proporcionar um túnel de ar mais linear dentro do aviário. Essa mesma ventilação será a responsável por manter o ar de dentro do galpão sempre limpo e com a temperatura agradável.

Para essa proposta, será usada uma saída analógica de 0 a 10v do controlador, que enviará o sinal a um inversor. Este irá controlar, através da frequência, a rotação dos exaustores da ventilação mínima. Desta forma, tínhamos um exaustor que funcionava através de uma potência fixa e o tempo variável, mas, ao alterar a quantidade de troca de ar feita, temos a potência que irá variar conforme a necessidade do ambiente.

Este novo funcionamento diminuirá o consumo elétrico, pois não terá motores partindo a todo o momento, e, por não ter mais uma troca de ar repentina, e sim continua, possibilitará uma sensação térmica mais agradável para as aves.

2 REVISÃO LITERÁRIA

No capitulo a seguir, encontra-se um breve resumo da história da avicultura, para melhor entendimento do assunto que será apresentado no artigo. Segundo alguns historiadores, a avicultura foi criada há muito tempo. No início da criação de galinhas e galos, essas aves eram domesticadas para serem utilizadas como animais de briga e como objetos de ornamentação. Somente muito tempo depois, sua carne e seus ovos começaram a ser consumidos. A partir desse momento, as aves começaram a ter valor comercial e tornaram-se uma fonte de renda. Com essa valorização mercantil, começaram a ser feitos os cruzamentos entre raças, buscando o aperfeiçoamento e a obtenção de aves mais resistentes, e isto segue até os dias atuais.

No Brasil, as galinhas foram trazidas pelos portugueses no início dos anos 1532. Neste período, eram criadas soltas e comiam restos de comidas caseiras ou insetos que viviam no ambiente. Por volta dos anos de 1900, iniciou-se a criação de galinhas em sítios e fazendas, como fonte de renda. Nos anos 1930, houve um grande progresso na criação de aves no Brasil, onde um dos pioneiros foi o engenheiro agrônomo francês Chales Toulin.

Atualmente, segundo o órgão brasileiro de avicultura (UBABEF), o Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango no mundo, gerando um total de 3,6 milhões de empregos e representando quase 1,5% do PIB (Produto Internacional Bruto). Deste total produzido, 69% ficam no país – o que comprova a força deste segmento – onde a média de consumo, por pessoa, alcança um total 39 quilos por ano.

Atualmente, a produção desta carne está concentrada no interior do Brasil, principalmente no Sul e Sudeste, sendo em alguns pontos a principal fonte de economia.

3 REFERENCIA ATUAL

Conforme a apresentação, ao decorrer da história houve grandes avanços para a avicultura. Nas últimas três décadas a tecnologia nos aviários tem crescido na busca por melhorias, visto a necessidade de alcançar uma melhor eficiência no final da vida dos animais, seja na própria ave ou nos gastos que se obtém para a produção das mesmas.

Quando se fala em melhorias no meio da avicultura, é importante ressaltar os pontos que influenciam para o desenvolvimento da ave, juntamente com os fatores que elevam seu bem estar.

A grande preocupação da avicultura brasileira é com relação aos aspectos climatológicos, que são diferentes de outros países. Isso gera a busca por adaptações tecnológicas, que através de tentativas podem ocasionar em belos trabalhos, todavia, em algumas situações, não saem conforme o previsto, causando frustação e altos custos.
Devido ao clima, na cultura atual de manejo tem-se o conceito de galpões mais abertos, onde se obtém uma qualidade melhor do ar, das instalações e das questões sanitárias dos lotes.

4 EQUIPAMENTOS

Dentro de um galpão é necessário controlar vários equipamentos, para que a ave não gaste sua energia tentando compensar a ambiência ideal e, assim, mantendo sua força totalmente direcionada para o ganho de massa, fazendo com que o produtor tenha um lucro maior.
Dentro de uma granja existem duas topologias, as automações existentes atualmente, que são caracterizadas como alimentação da ave, e a ambiência. Dentro da alimentação da ave temos os seguintes equipamentos:

– Silos: usados para armazenamento da ração na granja, quase sempre fica na parte lateral do aviário. Os mesmo podem ser feitos de madeira, metal, fibra ou alvenaria.
– Comedouro: utilizado para fornecer a alimentação das aves, pode variar de acordo com a idade do lote ou ser auto ajustável, dependendo da automação aplicada.
– Bebedouro: local onde há o consumo de água limpa e de temperatura agradável. O mesmo também é utilizado, muitas vezes, para a aplicação de vacinas diluídas em água.

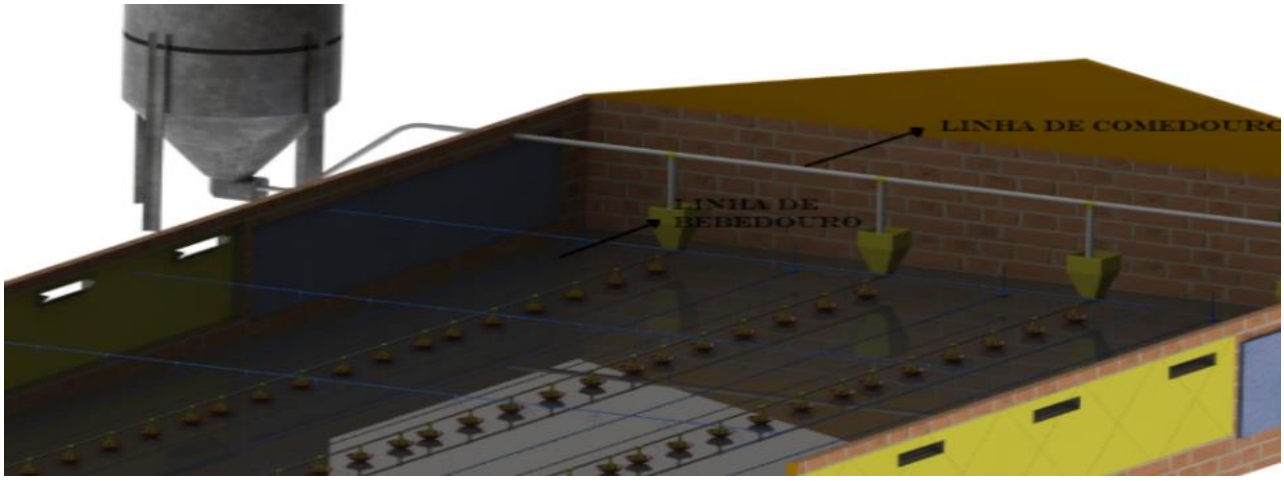

Fig. 1 – Sistemas do Comedouro

Para se obter uma ótima conversão alimentar, é necessário que não exista nenhum desperdício de energia da ave, tanto no calor como no frio. Abaixo, os principais equipamentos da ambiência:

– Exaustor: é extremamente importante para a renovação do ar, pois cria um túnel de ar dentro do galpão, ajudando a diminuir a temperatura, seja a ventilação negativa ou positiva.

– Painel evaporativo: permite que o ar que está ingressando no galpão diminua a temperatura através do contato com água fresca, passando por placas umidificadas constantemente.

– Nebulização: permite que, em dias muito quentes, diminua-se a temperatura dentro do galpão através de poeiras de água, aumentando a umidade do ar.

– Cortina: tem como objetivo vedar o galpão na parte lateral e em outros casos que possam comprometer o restante dos equipamentos. Permite ser recuada, fazendo com que o ar entre naturalmente, diminuindo a temperatura.

– Inlet: é utilizado em locais onde a temperatura é maior, com o objetivo de ajudar a ventilação mínima e a ventilação de transição.

– Aquecedor: quando necessário, é usado para aumentar a temperatura interna do aviário. Possui vários modelos, sendo eles elétricos ou com algum tipo de combustão.

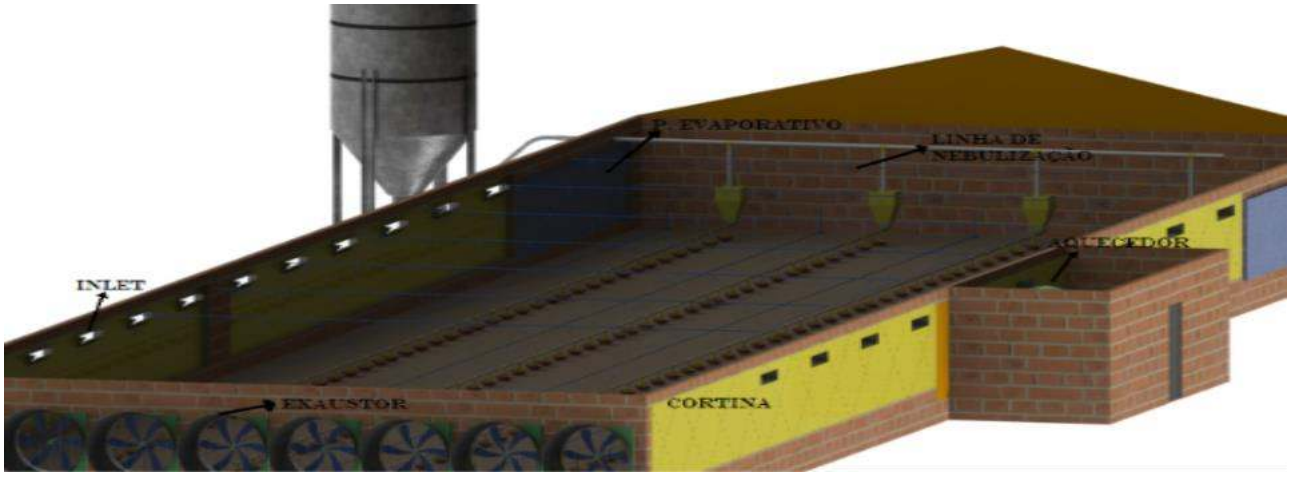

Fig. 2 – Sistemas de Ambiência

Para todos esses equipamentos existentes utiliza-se um painel central de comando, que é o responsável por acionar cada motor dentro da granja, através de partidas diretas.

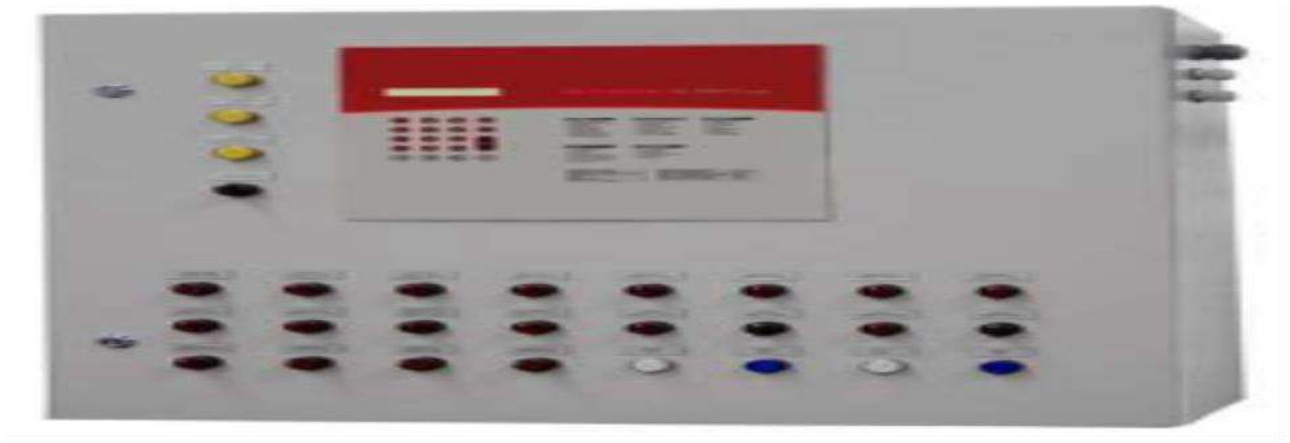

Fig. 3 – Painel Elétrico

Os equipamentos vistos até o momento são de extrema importância para o funcionamento do aviário, porém, para a execução dos mesmos existe um controlador dedicado, que faz com que cada passo seja processado conforme a necessidade da programação executada.

Esse conjunto de equipamentos, juntamente com o controlador, utilizam alguns leitores para definir o que deverá ser ligado ou não. Os principais são:

– Sensor elétrico de temperatura digital de 3 a 5.5V, com precisão de 0,3 ºC, (ROTEM P-RTS-2).

– Sensor elétrico de umidade de analógico de 0 a 10V, com variação de 0 a 100%, (ROTEM P -RHS-10PL).
– Sensor de Co2 digital, alimentação 12V com variação de 0 a 100%
(ROTEM P-CO2).

5 APLICAÇÃO NO CAMPO

Tendo conhecimento dos principais equipamentos que são utilizados em um aviário Dark House (aviário fechado), apresentamos a tabela abaixo, onde é possível verificar a potência total que está incluída em um aviário padrão 150x14. Essa potência que será aplicada refere-se a uma potência de instalação, e não de funcionamento, pois dentro da lógica de ambiente sabe-se que todos os equipamentos nunca estarão ligados ao mesmo tempo. As informações descritas na tabela foram coletadas em um aviário localizado em Nova Veneza/SC, do proprietário XXXXXXXXXXX.

Tab. 1 – Potência total de um aviário.

Equipamentos	**Potência Motor CV**	**Quant.**	**Total KVA**
Exaustor	1,5	11	25,56
Painel Evaporativo	0,75	3	3,48
Nebulizador	2	1	2,51
Inlet	0,33	1	0,70
Máquina Cortina	0,25	1	0,51
Comedouro	0,75	4	5,63
Linha Primária	1	1	1,38
Iluminação	9W	120	1,2
Aquecedor	5	1	6,15
Total			**47,12**

Os motores aplicados na tabela podem ser divididos em quatro conjuntos: aquecimento; iluminação; alimentação e ventilação, que se dividem em: exaustores, painel evaporativo, nebulização, entrada e cortina.

Aplicando a potência dos motores em um gráfico de pizza, pode-se visualizar com clareza o quanto de ventilação é instalada em um aviário:



Fig. 4 – Potência Total do Aviário.

Com o valor do consumo desse lote, iniciado no dia 06/03/16 e finalizado no dia 02/04/16, obteve-se um consumo de 8.534 kW/h e, considerando que o valor do kW/h é de R$ 0,30, um gasto de R$ 2.560,20. Ao aplicar esses valores no gráfico, conforme figura acima, tem-se como resultado um valor considerável no consumo da ventilação, um total de R$ 1.792,14. Como já mencionado, esses valores foram apresentados em uma aplicação onde todos os motores estariam funcionando ao mesmo tempo, porém, em estudos já realizados, pode-se perceber que este consumo de energia na ventilação, gerado no período de um lote, ficaria em torno da porcentagem apresentada no gráfico (70%), podendo passar desse valor dependendo do clima – quanto mais quente, maior será o gasto com ventilação.

Com base neste conhecimento, esse artigo tem como proposta diminuir o consumo do aviário através de um menor consumo elétrico na ventilação mínima e, além disso, proporcionar uma troca de ar mais equilibrada.

Conforme definição de ventilação mínima, onde “o principal objetivo da ventilação mínima é fornecer ar de boa qualidade a aves” [4], sabe-se que é essencial que as aves sempre tenham disponível um volume de oxigênio e uma baixa quantidade de dióxido de carbono (CO2), monóxido de carbono (CO), amônia (NH3) e poeira. O mau controle na ventilação mínima poderá acarretar em diversos problemas, como o aumento do gás carbônico e a diminuição do oxigênio. Caso ocorra aumento de amônia, as aves podem sofrer graves consequências, como “irritação ocular, irritações da pele e calos de peito, perda de peso, baixa uniformidade, suscetibilidade a doenças e cegueira”.

A ventilação mínima varia de acordo com a quantidade de animais dentro do galpão e sua idade, pois cada ave precisa em média 0,0024m^3 de ar. Assim, deve-se encontrar o volume do galpão e estabelecer um tempo mínimo para a troca de ar, tendo em vista que cada exaustor tem uma potência. Como exemplo, considerou-se um exaustor de 1,5 CV trifásico 380v e, neste caso, essa troca chegaria a 550 m^3 de ar por minuto ligado, com 100% de sua capacidade.

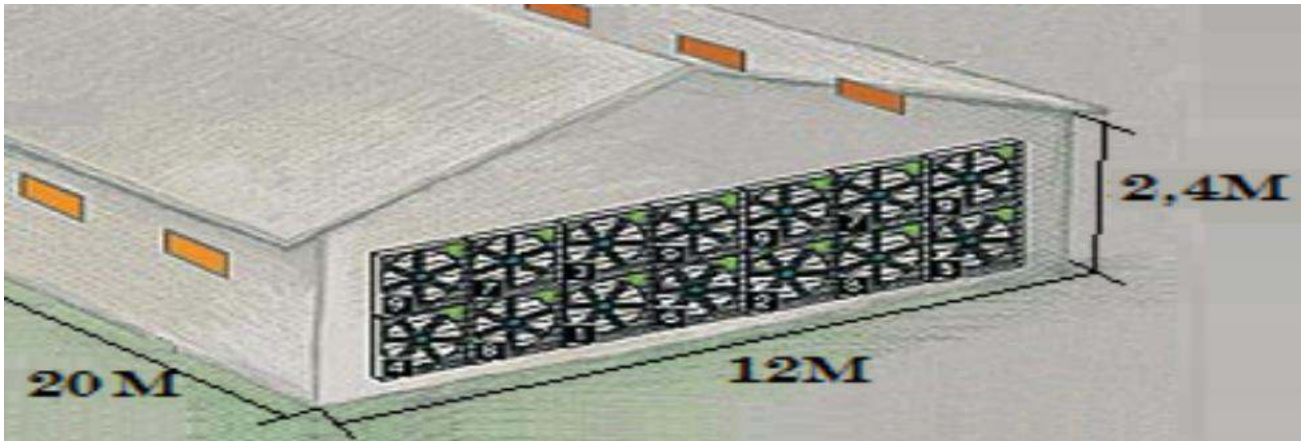

Fig. 5 – Área cúbica

Conforme mostra a figura acima, será dimensionado um galpão de 20 m ***x*** 12 m ***x*** 2,4m, equivalendo a 576 m^3 de ar. Para um aviário deste porte, têm-se as configurações para a troca de ar considerando uma temperatura ideal de 23Cº. Importante ressaltar que este dimensionamento de aviário convém apenas para os estudos e testes elaborados para esse artigo.

O controlador utilizado para os testes contempla até seis estágios de ventilação mínima:

- **Primeiro estágio:** sempre irá funcionar para manter a troca de ar, independente da queda da temperatura. Tem como configuração: 1 minuto ligado e 4 minutos desligado, trocando 550 m^3 de ar a cada ciclo de 5 minutos.
- **Segundo estágio:** o processo altera para 1,5 minutos ligado e 3,5 minutos desligado, trocando 825 m^3 de ar. Desta forma, neste estágio em diante a temperatura influenciará para a troca dos níveis.
- **Terceiro estágio:** nesta condição, serão 2 minutos ligado e 3 minutos desligado, trocando 1.100 m^3 de ar.
- **Quarto estágio:** o controlador ficará 3 minutos ligado e 2 minutos desligado, tendo um total de 1.650 m^3 de troca de ar.
- **Quinto estágio:** alternará para 4 minutos ligado e 1 minuto desligado, com um total de troca de ar 2.200 m^3.
- **Sexto estágio:** a configuração finalizará em 1 minuto ligado e não desligará, fazendo com que a ventilação mínima trabalhe o tempo inteiro. No caso de não conseguir diminuir a temperatura interna do aviário, passará para a ventilação padrão que compõe o restante dos exaustores.

Cada um dos seis níveis especificados acima tem uma diferença de 0,5 ºC para passar ao próximo estágio, lembrando que no primeiro estágio o patamar de temperatura mínima e escolhido pelo produto e a idade do lote.

Os dados da tabela abaixo servirão para comparativo com a solução que será apresentada adiante e demonstram o consumo elétrico de uma ventilação mínima, por cinco dias, de um aviário com as mesmas dimensões do exemplo anterior. O medidor utilizado para extrair os dados foi o modelo KOMPACT - DRT-301D, medidor de energia trifásico, com resolução mínima de 0,1 kW/h e uma saída digital com pulsos a cada 25w/h. O modelo do exaustor utilizado para os testes foi o trifásico 380v, com potência de 1,5cv. É importante ressaltar que, como o objetivo é demonstrar a diferença entre o consumo da ventilação com a variação da frequência, será utilizado nas partidas *on/off* o inversor de frequência. Com isso, obtém-se uma diferença do consumo entre as duas lógicas, desprezando a rampa de partida.

Tab. 2 – Consumo de um aviário 20m x 12m x 2,4m

Data	**Consumo kW/h**	**Temperatura média do dia (ºC)**
05-06/05/2016	11,70	15,9
07-08/05/2016	13,4	17
09-10/05/2016	15,2	18
11-12/05/2016	9,2	9,5
13-14/05/2016	10,5	11,3

Considerando que o valor da energia é de R$ 0,30, o kW\h tem um custo de R$ 18,00 para 5 dias de funcionamento. Abaixo, pode-se visualizar no gráfico o consumo deste período apresentado.



Fig. 6 – Consumo Método *on/off*.

6 APLICAÇÃO DA MELHORIA

Com o objetivo de melhorar os valores apresentados, utilizou-se uma saída analógica do controlador AC_2000 que executa as mesmas características do modelo citado anteriormente, porém, com a variação da unidade de potência de ventilação ao invés do tempo, onde era a variável que se modulava com a necessidade de troca de ar ambiente.
É extremamente importante citar que nesses parâmetros de programação, não se tem o desligamento dos exaustores de ventilação mínima, apenas uma diminuição da ventilação ao ponto de trabalhar com uma potência reduzida, já caracterizando algum ganho no consumo elétrico final.

Para essa implementação serão utilizados os equipamentos descritos abaixo:

1º - Inversor CFW 300/04P2 da WEG:

- Corrente nominal de saída: 4,2 A;
- Tensão de alimentação: 200-240V monofásica e saída 380 V trifásica;
- Instalação simples, estilo contator;
- Interface de operação (IHM) incorporada;
- Temperatura ambiente de operação 0 °C a 50 °C.

2º - Controlador dedicado AC_2000 POR Rotem

- Tensão de alimentação monofásico 220 V;
- Possui 12 reles NA para sua lógica ON OFF, sendo uma dedica a alarme, com possibilidade de expansão;
- Entradas digitais usadas para os sensores, de temperatura, umidade e balança de pesagem;
- 2 saída analógicas, sendo elas dedicada a o Dimmer, hidrômetro e ventilação.

Inverso **Controlador**



Fig. 7 – Inversor/Controlador

Desta forma, houve a junção dos dois equipamentos para se obter um maior controle sobre a ventilação mínima.

Com o controlador setado com a informação que um exaustor tem a capacidade de trocar 550m^3 de ar por minuto, o mesmo irá converter m^3 de ar em um sinal de 0 a 10 V na sua saída analógica, onde essa tensão de saída ira modular a frequência que o exaustor deve trabalha.

Demonstra-se então, o cálculo realizado para se obter os mesmos valores de troca de ar com o método sem a saída analógica.

São necessários 825 m^3 de ar, desta forma calcula-se a seguinte lógica;

550m^3/60s = **9,16 m^3 por segundo**;

9,16m^3 * 90s (*tempo que ficava ligado método anterior, estagio 2*) = **825m^3 trocado no total;**

825m^3/5min (*tempo total do ciclo*) = **165m^3 de ar a cada 1 minuto;**

550m^3/10v = **a 55m^3 por 1 V**;

165m^3/55m^3**= 3V;**

60hz/10 V = **a 6hz a cada 1 V**;

3V*6hz**= 18hz aplicado no motor;**

100% da tensão / 10v tensão total = **10% por 1 V;**

3V*10%= 30% que o controlador deve liberar;

Assim, o controlador enviará 3 V para que o inverso habilite o exaustor a trabalhar com 18hz, usando apenas 30% de sua capacidade máxima.

É importante salientar que os parâmetros usados nesse processo, foram os mesmo usados no processo anterior, o qual tinha como base o controle de troca de ar pelo tempo com a lógica de ligar e desligar os exaustores. Apenas foi transferida a variável do tempo, onde a mesma agora será fixa e, assim, a potência dos exaustores será variável, conforme necessidade.

Abaixo, a descrição dos seis parâmetros considerados para o teste, tendo como base um aviário de 20m x 12m x 2,4m:

- **Primeiro estágio:** No método anterior precisava-se de 550m^3 de ar, para ventilação mínima do primeiro estágio em um tempo de 5 minutos, agora ficará ligado direto, com um exaustor trabalhando a 12hz com 20% de sua capacidade.
- **Segundo estágio:** O controlador irá aplicar 30% de tensão na saída, assim liberando 3V, para que o motor trabalhe com 18hz.
- **Terceiro estágio:** Aplicará 40% de tensão na saída, assim liberando 4V, para que o motor trabalhe com 24hz.
- **Quarto estágio:** O controlador aplicará 60% de tensão na saída, desta forma aplicando 6V, para que o motor trabalhe com 36hz.

– **Quinto estágio:** Será aplicado 80% de tensão na saída, assim liberando 8V, para que o motor trabalhe com 48hz.

– **Sexto estágio:** Apesar de o controlador utilizar a saída analógica, o mesmo acaba utilizando o exaustor com 100% de sua capacidade, tendo um total de 60hz aplicado e seus 10V de saída.

Em um aviário a ventilação mínima trabalha com maior frequência até os 25 dias da idade do lote e após isso, caso esteja utilizando o método *on/off*, funcionará basicamente com o último estágio. Ou seja, a cada 4 minutos desligando e ligando após o 1º minuto. Já no método analógico, irá ficar ligada 100% em sua capacidade, liberando o funcionamentos dos outros exaustores padrões. Desta forma, se conclui que o uso desta programação se faz eficaz até essa data, pois os mesmo trabalharam com 100% da carga, exceto o ganho da rampa do inversor. (Informação tirada do campo).

Cada um dos seis níveis especificados acima tem uma diferença de 0,5 Cº para estar passando para um novo estágio e o controlador sempre respeita 1 minuto do tempo para passar para o outro estagio, caso seja necessário.

Com o objetivo de demonstrar os ganhos de energia elétrica, utilizando os parâmetros de modulação da frequência nos exaustores de ventilação mínima, será apresentado na próxima tabela os valores de consumo de energia elétrica de uma aviário, usando esse segmento.

Tab. 3 – Consumo de um aviário 20m x 12m x 2,4m

Data	**Consumo kW/h**	**Temperatura média do dia (ºC)**
04-05/05/2016	12,8	17
06-07/05/2016	14,5	19
08-09/05/2016	12,2	14.4
10-11/05/2016	14,2	16
12-13/05/2016	12,9	18,5

O gráfico abaixo, no mesmo objetivo de demonstrar o consumo da ventilação mínima nos cinco dias que foram realizadas as leituras, apresenta o consumo diário, tendo como base o valor do R$ 0,30 o KW\h, resultando em um total de R$ 19,98.



Fig. 8 – Consumo método analógico

Comparando os dois resultados apresentados no artigo, onde no primeiro momento se usava uma partida direta, tendo o custo de R$ 18,00, e no segundo momento usando uma saída analógica junto com um inversor CFW300, obteve se um custo de R$19,80, alcançando uma diferença de R$ 1,80. A temperatura média dos dias que foram realizados os testes oscilavam, não mostrando um valor real do consumo nas duas lógicas para comparação. Analisando os dois gráficos, superficialmente observa-se que a lógica que usa o inversor consumiu mais e o esperado era um valor menor com o uso do inversor. Porém, o gráfico demonstra que os picos de temperatura foram maiores nos dias que se utilizou a lógica com o inversor.

7 TESTE DE MEDIÇÃO ENTRE OS NIVEIS

Em busca de se obter um comparativo real para analisar se a implementação do inversor é viável, foi observado que as medições deveriam ser feitas entre os níveis da ventilação. A lógica sem o inversor e com o inversor que cada nível opera, é a mesma para diminuir a temperatura e fazer a troca de ar, porém, apenas mudam-se as variáveis tempo e potência.

Considerando que, independentemente de quais lógicas estejam implementadas, o controlador sempre terá a mesma decisão, e o que realmente deve ser comparado são os níveis de ventilação. Com isso, foi realizado um segundo teste onde os níveis de ventilação foram fixados e a leitura dos consumos retirados foram por níveis, em um período de 24 horas, com o objetivo de demonstrar a redução máxima do consumo.

Foram efetuadas as leituras do método *on/off* com e sem o inversor para fazer a rampa de partida. Apenas para esclarecer, o objetivo de usar o inversor para fazer a rampa no método *on/off* é de demonstrar a real redução da lógica e também tornar o valor do ganho final mais justo, pois, caso o cliente queira utilizar outros recursos para diminuir essa rampa inicial teriam métodos mais baratos.

Serão apresentadas, na tabela abaixo, as duas leituras, para comparação do método analógico:

Tab. 4 – leitura do consumo sem e com rampa de partida método on/off

PARTIDA DIRETA 24h			
Nível	**Data**	**Consumo c/ rampa kW/h**	**Consumo s/ rampa kW/h**
1	23\05\16	5,4	5,85
2	25\05\16	8	8,68
3	27\05\16	10,7	11,61
4	29\05\16	16,6	18,01
5	31\05\16	24,57	26,66
6	02\06\16	28	30,38

Tab. 5 – Comparativo do consumo com a analógica x sem e com rampa de partida método on/off

PARTIDA COM INVERSOR 24h				
Nível	**Data**	**Consumo c/ inversor kW/h**	**Ganho c/ rampa (%)**	**Ganho s/ rampa (%)**
1	24\05\16	5,1	**5,55**	**12,82**
2	26\05\16	7,7	**3,75**	**11,29**
3	28\05\16	9,6	**10,28**	**17,31**
4	30\05\16	12,9	**22,28**	**28,37**
5	01\06\16	17,2	**29,99**	**34,48**

6	03\06\16	27,6	**1,42**	**9,15**
MEDIA DO CONSUMO			**12,21**	**19,07**

Segue o gráfico abaixo para melhor visualização da diferença de consumo de uma automação para outra, considerando que a partida *on/off* conta com e sem o auxílio do inversor para fazer a rampa de partida.

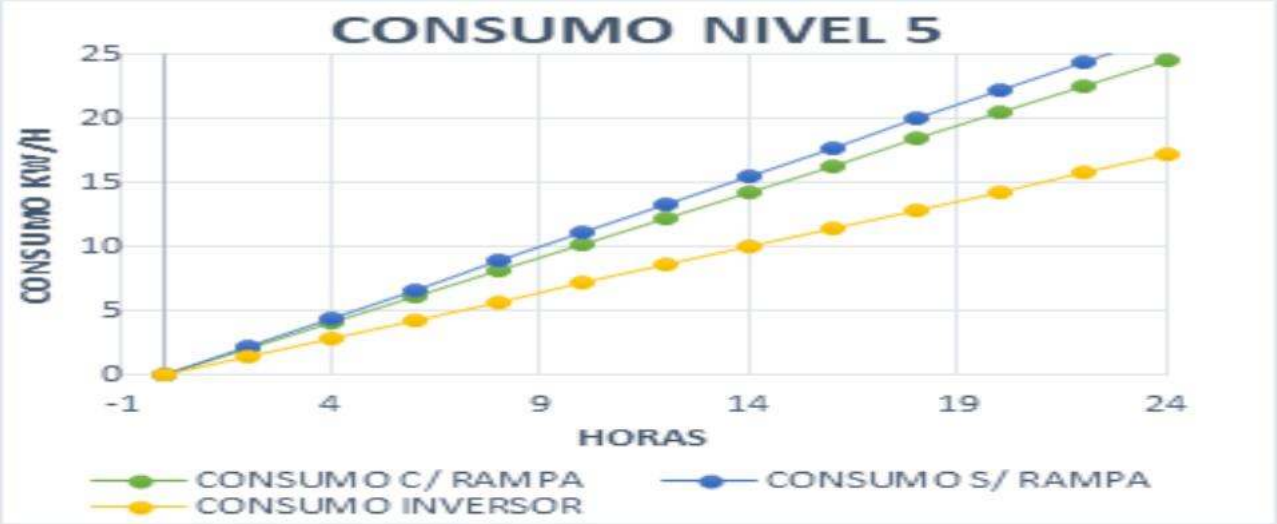

Fig. 9 – Comparativo de Consumo.

8 ANALISE DOS RESULTADOS

Com o real objetivo de diminuir o consumo de energia elétrica de um aviário, focando em uma melhor automação na ventilação mínima, obteve-se com os testes feitos, um ganho médio de 19,07% entre todos os níveis (valores comparado "*consumo s/ rampa x consumo inversor*"). Então, considerando que a média do consumo de um exaustor em um lote é de 619,59KW/h, chega-se a um valor de redução de 118,15KW/h e, considerando o valor médio de R$ 0,30, o KW/h chega a um valor total de R$ 35,44 por exaustor. Trabalhando com essa lógica em um lote de 38 dias, os custos para se aplicar essa automação para um exaustor de até 6A é de R$ 813,00 por inversor, subtraindo-se R$ 193,00 da partida que é retirada, caso seja feito no início quando o painel é confeccionado, o custo real fica R$ 620,00. Caso seja utilizado um inversor para dois motores, será um modelo que suporte

até 10A com o custo de R$ 1160,13, menos duas partidas de R$ 193,00, ficando um total de R$ 774,13, por uma lógica de dois exaustores.

Considerando uma média de 8 lotes por ano, esse investimento se pagará em 2 anos e 5 meses. Caso o produtor use a segunda opção, que é a mais próxima da realidade, irá se pagar em 1 anos e 6 mês. Após esse período, o produtor terá esse valor como ganho.

É importante salientar que os outros ganhos são fundamentais, pois impactam diretamente no bolso do produtor, como a diminuição de estresse para a ave, que mesmo não sendo o foco do artigo, é importante incluir nos ganhos do processo. Como foi mencionado, quanto menor for o estresse da ave melhor será seu desempenho final. Não possuindo mais o liga e desliga no início do lote, assim tirando a troca de temperatura brusca e o próprio fluxo de ar de dentro do galpão excessivamente, gerando uma melhor sensação para os pintinhos que estão se desenvolvendo. Esse ganho acaba sendo mais importante que o próprio consumo de energia que é economizado com esse processo.

Outro fator extremamente importante é a vida útil do próprio exaustor, que, por não ter estudos nessa área, não sabe-se a sua real durabilidade. Mas pode-se afirmar que, devido aos exaustores não terem mais o fator tração com tanto esforço, há uma grande chance de que os exaustores da ventilação mínima durem mais que os outros exaustores que não irão utilizar a lógica apresentada.

9 CONCLUSÕES

Os principais resultados que foram obtidos com o uso de inversor de frequência na ventilação mínima demonstraram que a inclusão dessa automação torna totalmente viável seu custo benefício, podendo se auto pagar em até 2 anos e 5 meses. Ressaltando que seus resultados são: a diminuição do consumo de energia elétrica e um túnel de ventilação mínima uniforme dentro do aviário.

Para se obter os resultados apresentados no artigo, foram encontradas algumas dificuldades com a leitura do consumo de energia, devido a temperatura nunca ser mesma de um dia para outro. Desta forma, para tornar os comparativos mais reais possíveis, os níveis de ventilação foram comparados individualmente, gerando uma diferença de consumo real. É importante concluir que o real objetivo deste artigo é demonstrar aos avicultores que, com uma pequena modificação nas partidas de

ventilação mínima e o uso de um inversor CFW300, pode-se ter uma grande ferramenta para auxiliar a obter um lucro maior no final do lote.

10 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros ficam duas sugestões para se analisar. Em busca de um ganho ainda maior no consumo elétrico, pode-se analisar o uso de inversor em todos os exaustores, fazendo com que todos trabalhem coletivamente, em uma única frequência, variando conforme a necessidade da temperatura. Outro ponto importante seria coletar os dados positivos que a ventilação mínima com inversor traz para o desempenho do frango.

11 REFERÊNCIAS

[1] GALISTAS. Histórico da avicultura. Disponível em: http://galistas.blogspot.com.br/2008/02/historico-da-avicultura.html. Acesso em: 30 abr. 2016.

[2] NASCIMENTO, Luis Antonio Brum do. **Análise energética na avicultura de corte:** Estudo De Viabilidade Econômica Para Um Sistema De Geração De Energia Elétrica Eólicofotovoltaico Conectado A Rede. 2011. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

[3] NONIS JÚNIOR, João; SAMED, Márcia Marcondes Altimari. Análise da eficiência energética em um aviário de corte. **Revista Produção Industrial & Serviços,** Paraná, v. 01, n. 01, p.74-92, 2014.

[4] MACARI, Marcos et al. **Produção de frangos de corte.** Campinas: Facta, 2014. 1 p.

[5] ABREU, Valéria Maria Nascimento; ABREU, Paulo Giovanni de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Concórdia, v. 40, p.1-14, 2011.

[6] LOPES, Jackelline Cristina Ost. **Técnico em Agropecuária.** Floriano: Ufpi, 2011. 95 p.
[13] AUTOMAÇÃO, Unidade. **CFW500**: Inversor de frequência. Jaragua do Sul, Grupo WEG.

[7] COBB. **Manual de manejo de frangos de corte.** Brasil: Cobb Vantress, 2008.

[8] CARNIATO, Antônio et al. **Aproveitamento do fluxo de ar de exaustores em aviários para geração de energia elétrica**. Florianopolis, p.1-10, 2014.

[9] GUIMARÃES, Felipe de Azevedo et al. **Controle pid auto-ajustável em ventiladores industriais visando a eficiência energética.** In: congresso brasileiro de eficiencia energetica, 2**.** Vitoria: ABEE.

[10] CARNIATO, Antônio et al. **Desenvolvimento de um sistema integrado de geração de energia elétrica para aumento da eficiência energética de aviários**. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLOGICA EM ENERGIA ELETRICA, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2013, Rio de Janeiro.

[11] MATUCHAKI, Graziel. **Projeto de um sistema de climatização de aviário.** 2011. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

[12] ALECRIM, Paulo Dias de. **Sistema embarcado em microcontrolador para o controle da climatização de aviários de corte.** 2012. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agricola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

[13] ALECRIM, Paulo Dias de; CAMPOS, Alessandro Torres; YANAGI JUNIOR, Tadayuki. Sistema automatizado embarcado em microcontrolador para controle e supervisao do ambiente termico para aviários. **Jaboticabal,** Lavras, v. 41, n. 1, p.33-45, jan. 2013.

[14] GAVA, Gustavo Mondardo. **Estudo técnico e econômico para geração de energia elétrica a partir de sistemas fotovoltaicos em aviários no estado do Mato Grosso do Sul.** 2015. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Eletrica, Faculdade Satc, Criciúma, 2015.

[15] ANIMAL, Associação Brasileira de Proteína. **Estatísticas do mercado interno:** Frango. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-interno/frango>. Acesso em: 11 mar. 2016.