



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Educação a Distância da UFSM – EAD  
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos  
Processos Produtivos**

**Polo: Camargo**

**ANÁLISE ENERGÉTICA DE AVIÁRIOS DE CORTE**

TRICHES, Marcos Renato

GOMES, Natanael Rodrigues

**RESUMO**

Excluindo-se a ração, o insumo mais utilizado na cadeia produtiva da avicultura é a energia elétrica, ocorrendo consumo na maior parte de suas fases. Existem vários fatores que contribuem de modo eficiente para uma redução do consumo de energia elétrica. Um deles, é a melhoria dos sistemas de iluminação, realizando-se a substituição de lâmpadas incandescentes, as quais possuem baixa eficiência e vida útil curta, por lâmpadas compactas ou até mesmo as tipo Led.

Outro fator importante, na avicultura, é ter um sistema de monitoramento de temperatura para garantir o conforto térmico das aves, pois elas são muito sensíveis as variações climáticas. Existem vários casos onde a falta de climatização devido a interrupção no fornecimento de energia elétrica, ocasiona a morte de milhares de frangos. Além desse fator, motores são utilizados para abastecimento de ração e bombeamento de água. Todos contribuindo para um consumo elevado de energia.

Por isso, este projeto estudou o consumo de energia elétrica em um aviário da região de Marau - RS, realizando uma análise das possíveis medidas que podem ser adotadas para melhorar o conforto térmico das aves e tornar as instalações mais eficientes em relação ao consumo de energia elétrica.

**Palavras-chave:** aviário, eficiência energética, conservação de energia.

## **ABSTRACT**

Excluding the ration, the most consumed input in the production of poultry chain is electricity, consuming energy in most of its phases. There are several factors that contribute efficiently to a reduction in electricity consumption. One of them is the improvement of lighting systems, performing the replacement of incandescent bulbs, which have low efficiency and short shelf life, compact lamps or even led type.

Another important factor, in poultry, is to have a temperature monitoring system to ensure the thermal comfort of the birds as they climatic variations are very sensitive. There are several cases where the lack of air conditioning due to interruption in the supply of electricity, causes the death of thousands of chickens. In addition to this factor, engines are used to supply food and water pumping. All contributing to a high energy consumption. Therefore, this project studied the consumption of electricity in an aviary of Marau region - RS, performing an analysis of the possible measures that can be taken to improve the thermal comfort of the birds and make the most efficient facilities in relation to energy consumption electric.

**Keywords:** avian, energy efficiency, energy conservation.

## **1 INTRODUÇÃO**

No interior do município de Marau, encontram-se instalados vários aviários de corte que proporcionam ao agricultor uma excelente fonte de renda que vem a somar com as demais atividades agrícolas. Além disso, é uma atividade que necessita pouca mão de obra por se tratar, na maioria das vezes, de aviários automáticos. Com esta automatização, vem a importância de se analisar e discutir a melhor forma de tornar os processos que envolvam o consumo de energia elétrica

mais eficientes, de modo a tornar a criação de frangos mais rentável através da racionalização de energia.

Devido ao crescimento acelerado e ao aumento da concorrência, as empresas passaram a se preocupar com o aumento da eficiência do processo produtivo, de modo a reduzir os dispêndios com insumos, aumentando assim a margem de lucro. Desta forma, torna-se fundamental a redução dos custos de produção, nos quais estão incluídos os gastos com energia elétrica. O estudo do consumo e da conservação de energia elétrica no setor avícola passou a ser muito importante no momento atual, no qual os avicultores brasileiros defrontam-se com um mercado, tanto interno como externo, altamente competitivo (POGI & PIEDADE JR, 1991).

De acordo com o pensamento de Tavares & Jordan (2003), no panorama atual da industrialização agrícola, a indústria avícola é um ramo que tem crescido muito, principalmente após a abertura de mercado para exportação do frango brasileiro: a partir daí houve um sensível acréscimo na produção de aves e o setor passou a oferecer um maior número de empregos, ligados às várias etapas da cadeia produtiva.

Apesar de ser uma excelente fonte de renda, a avicultura brasileira ainda apresenta um aspecto falho, que é o alto desperdício de energia em seus processos. Exemplo disso seria a alternativa de se optar pela instalação de motores de alto rendimento, o que reduziria significativamente o consumo de energia elétrica.

Segundo Bueno, 2004, o sistema de produção utilizado nos aviários, geralmente depende de energia elétrica para seu funcionamento (alimentação, manutenção do conforto térmico, iluminação). O estresse calórico inerente ao meio no qual as aves se desenvolvem, eleva o consumo de energia elétrica, pois os equipamentos, tais como ventiladores, exaustores e nebulizadores, passam a funcionar com maior frequência.

Uma das principais preocupações na avicultura é o conforto térmico das aves, pois seu sistema regulador interno de temperatura é muito sensível às variações do clima. A máxima conversão do alimento em peso será mais eficiente quando a ave estiver submetida à um ambiente adequado e com condições ideais de temperatura e umidade.

Quando os limites da faixa de conforto térmico forem ultrapassados, as aves

começam a perder a capacidade de dissipar calor. Para que o animal apresente um crescimento adequado, as temperaturas exigidas para que as aves encontrem conforto ambiental são pré-determinadas através de estudos desenvolvidos. O bom controle da temperatura irá propiciar melhor conversão alimentar e maior taxa de crescimento. Tomando-se alguns cuidados quanto à cobertura e forrações dos aviários, pode-se reduzir e muito o consumo de energia utilizada para manutenção de temperatura interna. Um dos principais fatores que influenciam na zona de conforto térmico é a idade da ave. Com o passar dos dias, a ave vai se desenvolvendo, aumentando sua atividade energética. Com isso, a faixa de conforto térmico vai reduzindo de 32°C, com um dia de idade, para 20 a 22°C com seis semanas.

Os aviários dependem muito da eletricidade para o seu funcionamento (ventilação, aquecimento, controle de temperatura, alimentação, iluminação, etc) e em algumas ocasiões funcionam com maior frequência devido a necessidade das aves, elevando assim o consumo de energia.

A iluminação nos aviários é muito importante, não só pelo tempo em que as lâmpadas ficam ligadas, mas também por diversos aspectos como intensidade, fonte de luz, distribuição das lâmpadas no aviário que contribuem diretamente no resultado final em termos de qualidade e quantidade de produção.

Tornar eficiente um aviário em termos de eletricidade significa obter um melhor resultado utilizando menos energia, sem prejuízos quanto a qualidade e ao mesmo tempo preserva-se o meio ambiente.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Iluminação**

Diante da busca por sistemas que apresentem eficiência energética em qualquer ramo de atividade, pode-se afirmar que os equipamentos que representam elevado índice de consumo e desperdício de energia estão sendo descartados do mercado.

As tradicionais lâmpadas incandescentes estão dando lugar às lâmpadas compactas e aos eficientes diodos emissores de luz (LED). As lâmpadas comumente usadas para iluminar aviários apresentam um alto consumo de energia, baixa vida

útil, e dificuldades para o correto descarte. Assim sendo, as lâmpadas de LED surgem como uma alternativa extremamente econômica e que apresenta longa vida útil. No entanto, o custo deste tipo de lâmpada ainda é elevado.

Segundo Bona (2010), nas lâmpadas incandescentes, cerca de 85% da energia consumida é desperdiçada na forma de calor, e sua vida útil é em média de 600 h. Sendo assim, sua aplicação nos dias de hoje já não é mais viável em comparação com as novas tecnologias.

Em contrapartida, as lâmpadas fluorescentes aparecem com a vantagem de serem 80% mais econômicas e terem a vida útil, em média, de 7.500 horas, apresentando um ganho de 12 vezes na vida útil quando comparadas as lâmpadas incandescentes (FERREIRA, 2010). Já as lâmpadas de LED ou Diodo Emissor de Luz, têm seu ciclo de vida cotado em 25.000 horas e economia de 95%, quando comparadas as lâmpadas incandescentes (FERREIRA, 2010).

## **2.2 Conforto Térmico**

O conforto térmico em aviários é de suma importância para um bom desenvolvimento dos frangos, pois os mesmos devem se manter aquecidos durante o ciclo entre 32°C nos primeiros dias e entre 20 e 22°C nos últimos dias de confinamento.

O pleno sucesso na criação de frangos de corte, com obtenção de resultados técnicos e econômicos positivos, está relacionado à inúmeros fatores interrelacionados, tais como: manejo, nutrição, sanidade ou mesmo ambientais. Neste contexto, com a proximidade do período de inverno (caracterizado por redução na temperatura média e do foto período), a manutenção da temperatura dos galpões de criação dentro da faixa de conforto das aves nos primeiros dias de vida torna-se um dos objetivos mais importantes a serem alcançados.

([http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejoExibe.asp?id=279#.VGZ\\_ClfJKkw](http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejoExibe.asp?id=279#.VGZ_ClfJKkw))

Na maioria das regiões, para que a temperatura dos galpões nos meses frios esteja na faixa de conforto nas 2 primeiras semanas de idade, faz-se necessário aquecer artificialmente os mesmos, de forma que as aves tenham um bom desenvolvimento corporal, de órgãos e de tecidos vitais. Lotes com bom desempenho e uniformes (ausência de pintos

refugos) ao fim da segunda semana de vida, serão candidatos preferenciais a terem bons resultados econômicos e zootécnicos no final da criação. ([http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejoExibe.asp?id=279#.VGZ\\_ClfJKkw](http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejoExibe.asp?id=279#.VGZ_ClfJKkw))

Atualmente a avicultura encontra-se extremamente competitiva, onde toda a prática que gere aumento de custos deverá ser melhor planejada, visando melhor retorno financeiro para a atividade, através de práticas que promovam a redução dos custos de produção.

Os gastos com aquecimento por quilo de carne produzido é extremamente variável, pois inúmeros são os fatores que o influenciam. Entre eles temos: peso médio de venda das aves, época do ano, microclima, posicionamento e condições dos galpões, altitude e latitude do local de criação, tipo de matriz energética empregada, etc. ([http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejoExibe.asp?id=279#.VGZ\\_ClfJKkw](http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejoExibe.asp?id=279#.VGZ_ClfJKkw)).

### **2.3 Motores**

Segundo (WEG), os motores monofásicos são assim chamados porque os seus enrolamentos de campo são ligados diretamente a uma fonte monofásica.

Os motores monofásicos de indução são a alternativa para locais onde não se dispõe de alimentação trifásica, como residências, escritórios, oficinas, zonas rurais etc. Sua utilização pode ser justificada apenas para baixas potências. Entre os vários tipos de motores elétricos monofásicos existentes, os motores com rotor tipo gaiola destacam-se pela simplicidade de fabricação e, principalmente, pela robustez e manutenção reduzida. Estes motores partem com enrolamentos auxiliares, que são dimensionados e posicionados de forma a criar uma segunda fase fictícia, permitindo a formação do campo girante necessário para a partida.

Ao contrário dos motores trifásicos, os motores monofásicos apresentam vários tipos de motores de indução monofásicos gaiola de esquilo, e não possuem um método de ensaio confiável para a determinação do rendimento. Operam em regime de trabalho diferente dos motores trifásicos, com maior variação da tensão de alimentação, com fator de carga diferente, e na sua maioria são empregados em uso específico ou definido.

Motores monofásicos de alto rendimento são tecnicamente possíveis de serem fabricados, porém a viabilidade econômica de sua implantação no mercado depende dos seguintes fatores:

- **Normativos:**

- – fixação de valores mínimos de rendimento por potência e tipo de motor;
- – determinação e normalização de método de ensaio para a determinação de rendimento;

- **Aplicação:**

- – quantidades de horas de utilização do motor;
- – regime de trabalho;
- – tipo de motor monofásico;
- – fator de carga aplicada no motor;
- – variação da carga;
- – expectativa de vida do motor;
- – tensão de alimentação;
- – variação de tensão;
- – motores para uso específico, definido ou geral.

Em uma comparação com motores trifásicos, os monofásicos apresentam muitas desvantagens:

- Apresentam maiores volume e peso para potências e velocidades iguais (em média 4 vezes); em razão disto, seu custo é também mais elevado que os de motores trifásicos de mesma potência e velocidade;
- Necessitam de manutenção mais apurada devido ao circuito de partida e seus acessórios;
- Apresentam rendimento e fator de potência menores para a mesma potência conforme Tabela 01; em função disso apresentam maior consumo de energia (em média 20% a mais);
- Possuem menor conjugado de partida;
- São difíceis de encontrar no comércio para potências mais elevadas (acima de 10 cv).

A Tabela 01 apresenta uma comparação entre rendimento ( $\eta$ ) e fator de

potência ( $\cos \varphi$ ) de motores monofásicos e trifásicos para a mesma faixa de potência. Os dados desta tabela foram extraídos da seguinte fonte: “O motor elétrico rural - Companhia Energética de São Paulo, 1980”

Tabela 01 – Comparação motores trifásicos e monofásicos

| Faixas de Potências (CV) | $\eta$      |             | $\cos \varphi$ |             |
|--------------------------|-------------|-------------|----------------|-------------|
|                          | Monofásico  | Trifásico   | Monofásico     | Trifásico   |
| 1/6 – 1,0                | 0,50 – 0,65 | 0,59 – 0,74 | 0,50 – 0,65    | 0,58 – 0,70 |
| 1,5 – 10,0               | 0,67 – 0,76 | 0,74 – 0,78 | 0,68 – 0,80    | 0,75 – 0,85 |
| 11,0 – 25,0              | 0,76 – 0,80 | 0,78 – 0,89 | 0,80 – 0,83    | 0,85 – 0,86 |

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é realizar um diagnóstico dos fatores energéticos relacionados ao sistema elétrico de um aviário, buscando soluções que visem a redução do custo com energia elétrica na produção de aves e consequentemente, contribuir para a redução no consumo de energia elétrica no meio rural.



Foto 01: Aviário estudado.

### **3.2 Objetivo específico**

Sendo este trabalho voltado para a área da Eficiência Energética, buscou-se uma aplicação prática relacionada à máquina de aquecimento, visando uma redução significativa no consumo de energia elétrica por parte do motor da turbina, e conseqüentemente, uma redução no consumo de lenha. Além desses fatores, é importante salientar que a instalação da máquina de aquecimento, na parte interna do galpão, evita o choque térmico para o trabalhador que, em dias frios, irá trabalhar na maior parte do tempo dentro do aviário em um ambiente aquecido, evitando assim o fluxo constante entre o ambiente interno e externo.

## **4 METODOLOGIA**

O estudo foi realizado em um aviário localizado no interior do município de Marau – RS, com coordenadas geográficas 28° 26' 42" Sul, 52° 12' 35" Oeste, Latitude: -28.445, Longitude: -52.2098 e clima subtropical úmido (classificação climática de Koppen-Geiger: Cfa) com verões e invernos bem distintos e geadas frequentes no período entre maio e setembro.

O aviário em questão possui 1200 m<sup>2</sup> (12 m de largura, 100 m de comprimento e 3,5 m de altura), coberto com telhas de cerâmica. Além disso, suas laterais são constituídas de mureta de alvenaria de 50 cm de altura, tela de arame galvanizado e cortinas de lona. Também é utilizada lona na forração, sendo que a mesma pode ser levantada ou baixada conforme a necessidade, bem como as cortinas laterais. É importante salientar que o aviário é atendido por rede bifásica e seus motores conseqüentemente, são todos monofásicos. Em cada lote aloja-se 14000 frangos que serão abatidos com idade aproximada entre 42 à 45 dias dependendo do clima e com peso médio de 2,80 kg. O período em que foram coletados os dados para realização do trabalho foi do dia 10 de setembro de 2014 até 23 de outubro de 2014.

Para melhor compreensão do funcionamento dos equipamentos em um aviário, o período em que são alojadas as aves foi dividido em fases:

- Primeira fase: corresponde aproximadamente as duas primeiras semanas;
- Segunda fase: vai desde a terceira semana até o carregamento dos

- frangos (23 a 33 dias), dependendo do clima;
- Terceira fase: não encontra-se frangos alojados.

Foram realizadas algumas visitas em todas as fases, e realizadas medições de corrente e tensão e levantamento de toda a carga instalada no aviário, bem como verificada a utilização dos equipamentos.

Segundo o proprietário, na primeira fase a área do aviário é reduzida para aproximadamente 250m<sup>2</sup> através de barreiras com lona. Neste ambiente encontra-se a máquina de aquecimento, cujo combustível é a lenha e seu sistema de circulação de ar quente é através de uma turbina acoplada a um motor de 1,5 CV, comandado por um controlador de temperatura. No período do inverno, a máquina de aquecimento é utilizada durante 15 a 20 dias, juntamente com 6 lâmpadas compactas de 20 W. Na primeira semana, a demanda de utilização de iluminação é de 100% e de aquecimento em média de 50%. O funcionamento do motor da máquina de aquecimento é exigido apenas quando a temperatura do controlador estiver abaixo da temperatura pré-determinada pelo operador, que na primeira semana é de 32°C. Já na segunda semana desta fase, o aquecimento é utilizado igualmente à primeira semana e a iluminação em torno de duas horas por noite. No verão, o sistema de funcionamento é semelhante ao do inverno, reduzindo apenas o número de dias, que passam a ser de 5 a 10 dias. As linhas de abastecimento dos comedores e a linha primária que abastece os reservatórios internos não são utilizados nesta fase, sendo que este trabalho é realizado manualmente pelo proprietário.



Foto 02: Primeira fase.

Na segunda fase, as aves se mantêm alojadas por mais 33 dias quando no verão e 23 dias no inverno, ficando na média de 43 dias. Nesta fase são retiradas as barreiras de lona para que os frangos se dispersem por toda a área do aviário por estarem com um porte maior. Nesta fase, mesmo sendo inverno, não é utilizada a máquina de aquecimento e também não é utilizado ventiladores. A iluminação é utilizada aproximadamente duas horas por noite, um total de trinta e duas lâmpadas compactas de 20 W. No verão, são utilizados os ventiladores, cada um com motor de 0,5 CV e nebulizador com motor de 1/3 CV de acordo com a temperatura interna do aviário. O sistema de ventilação e nebulização também são comandados pelo controlador de temperatura, podendo, em certos casos, operar com 100% da carga deste sistema. Além disso, são utilizados três motores das linhas de ração de 0,5 CV cada, cuja função é de abastecer os comedores de todo o aviário, bem como um motor de 1 CV da linha primária que abastece os reservatórios internos de cada linha de ração. Os motores relacionados ao abastecimento de ração são utilizados plenamente no abastecimento dos reservatórios que estão vazios. Quando os mesmos estiverem cheios e os comedores abastecidos, serão acionados esporadicamente conforme a necessidade.



Foto 03: Abastecimento de Ração

Na fase de descanso, não são utilizados equipamentos, devido ao fato que neste período, o único trabalho que é realizado é o movimento da cama (maravalha), trabalho esse realizado através de máquina à gasolina. A água utilizada no aviário chega na propriedade por gravidade, sem a necessidade de utilização de bomba

d'água.

Através do gráfico da Figura 01, é possível verificar que o sistema de ventilação representa metade da carga total instalada, seguido pelo sistema de iluminação que compreende 19%. Seguindo a listagem, tem-se os motores das linhas de ração responsáveis por 11%, igualmente ao motor da máquina de aquecimento. As menores cargas instaladas são a da linha primária com 7% e nebulizador representando 2%.

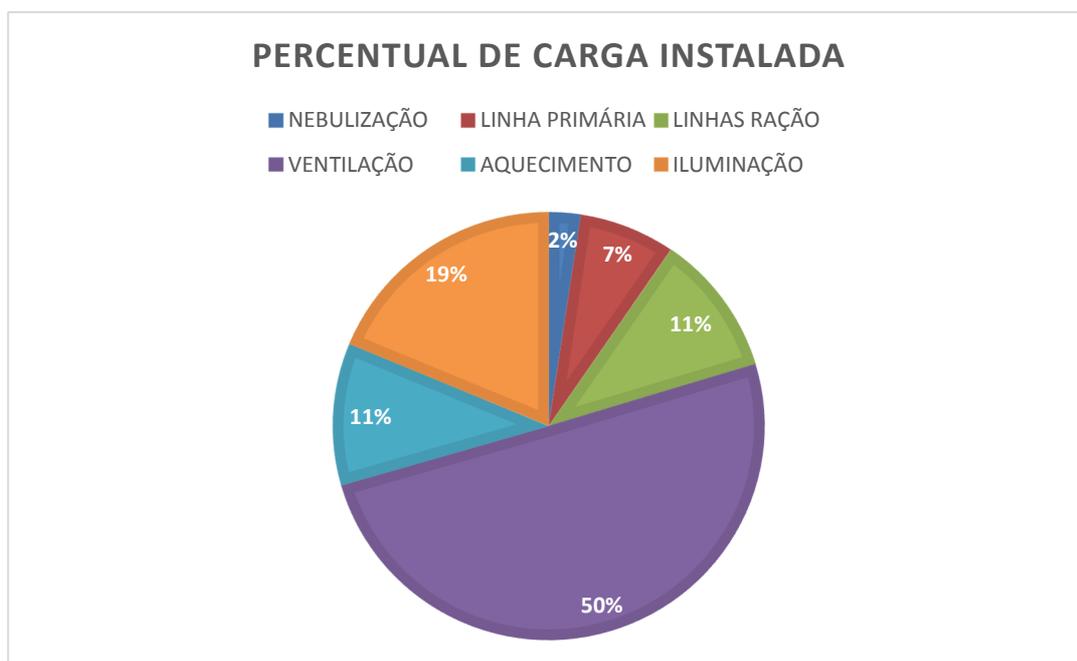


Figura 01. Gráfico percentual da carga total instalada.

De acordo com as informações fornecidas pelo proprietário referentes ao tempo de funcionamento dos equipamentos e levantamento de carga instalada, calculou-se o consumo previsto para o ciclo de criação dos frangos.

Na primeira fase, que durou 12 dias, o motor da máquina de aquecimento trabalhou em torno de 102 horas, sendo que nos primeiros 5 dias, o motor trabalhou 60 horas e nos 7 dias finais em torno de 42 horas, totalizando um consumo médio de 112,20 kWh enquanto que a iluminação esteve acionada 24 horas por dia nos primeiros 7 dias e duas horas por dia nos 5 dias restantes, num total de 178 horas com consumo médio de 21,36 kWh. O gráfico da Figura 02 mostra o consumo de energia elétrica na primeira fase em kWh e percentual.

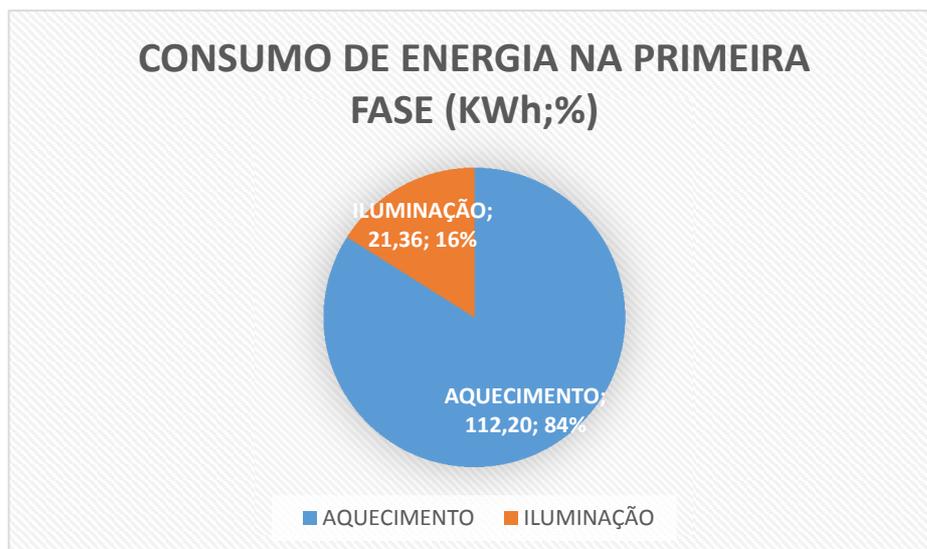


Figura 02. Comparativo de consumo de energia na primeira fase.

A partir do 13º até o 43º dia, o sistema de iluminação foi exigido num período de 2 horas por dia, totalizando 62 horas e um consumo de 39,68 kWh. Já os ventiladores foram ligados num período total de 25 horas, o que consumiu em média 128,75 kWh. Quanto ao sistema de alimentação dos frangos que compreende os três motores das linhas de ração e um motor da linha primária, verificou-se um funcionamento nessa fase de 37 horas, totalizando um consumo de 67,36 kWh. O motor do nebulizador não operou neste período. Os dados de consumo de energia elétrica na segunda fase são mostrados na Figura 03.

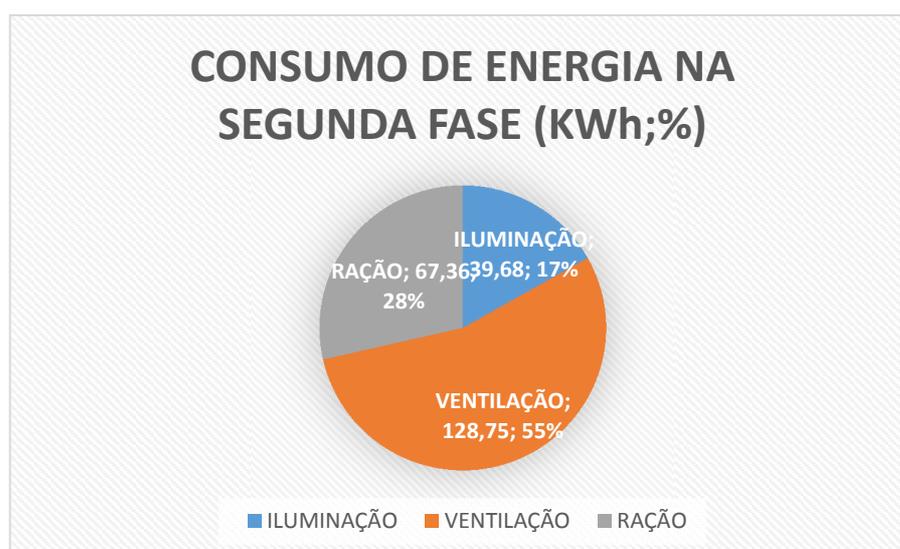


Figura 03. Comparativo de consumo de energia na segunda fase.

Na terceira fase, conforme mencionado anteriormente, não houve qualquer tipo de consumo de energia elétrica no aviário.

Durante o ciclo total do alojamento dos frangos, houve várias mudanças bruscas de temperatura na região, sendo que em certas ocasiões exigia-se mais do sistema de aquecimento e em outras do sistema de ventilação.

Com base na análise de consumo de cada equipamento, verificou-se um consumo médio de energia elétrica de 369,35 kWh em um lote.

A Tabela 02 apresenta um resumo do consumo de energia elétrica observando as 3 fases descritas.

Tabela 02 – Consumo energético

| Item analisado         | Consumo em kWh |         |         | Total (kWh) |
|------------------------|----------------|---------|---------|-------------|
|                        | 1ª Fase        | 2ª Fase | 3ª Fase |             |
| Iluminação             | 21,36          | 39,68   | 0       | 61,04       |
| Motores                | 0              | 196,11  | 0       | 196,11      |
| Aquecimento            | 112,20         | 0       | 0       | 112,20      |
| Total Consumido em kWh |                |         |         | 369,35      |

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aviário em estudo é atendido em baixa tensão através de rede bifásica. Conforme o gráfico da Figura 04, o consumo médio de energia elétrica é de aproximadamente 243 kWh/mês. Através dos dados disponíveis, foi possível estimar uma média de consumo de 133,56 kWh na primeira fase e 235,79 kWh na segunda fase.

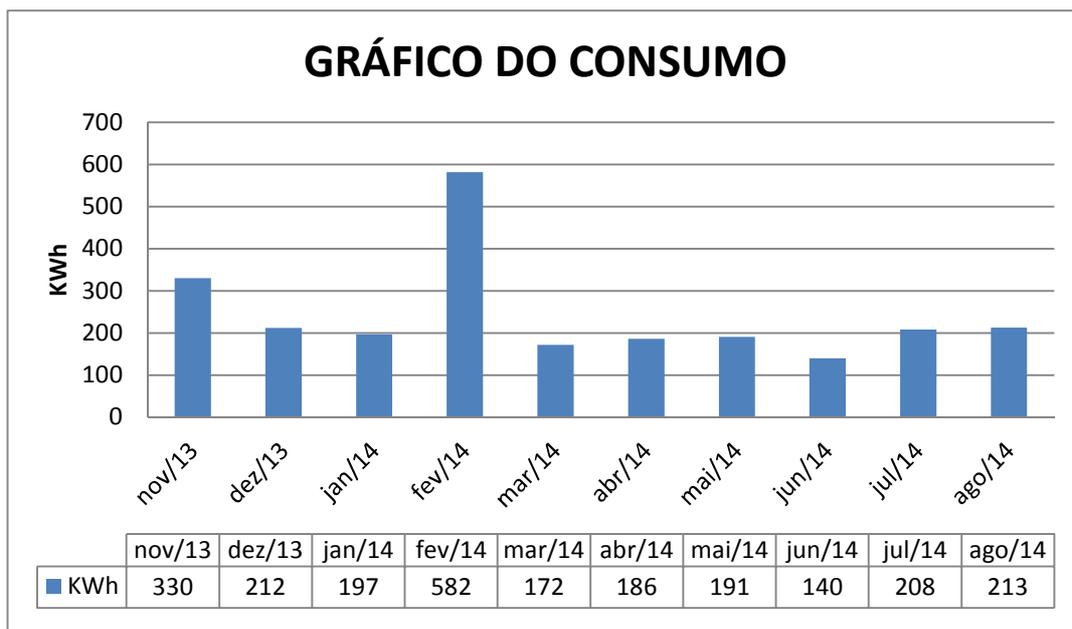


Figura 04. Consumo em kWh/mês no aviário.

## 5.1 Iluminação

Em termos de economia de energia, pode-se recomendar a utilização de novas tecnologias de lâmpadas com potências menores mas com melhor rendimento. A Tabela 03 mostra um comparativo entre alguns modelos de lâmpadas.

Tabela 03: Comparativo entre tipos de lâmpadas

| Tipo                         | Fluxo luminoso (lm) | IRC(%)    | F.P.       | Vida Útil (h) | Valor (R\$) |
|------------------------------|---------------------|-----------|------------|---------------|-------------|
| Incandescente Philips (60 W) | 864                 |           | 1          | 1000          | R\$ 2,00    |
| Compacta Philips (20 W)      | 1500                | $\geq 80$ | $\geq 0,5$ | 6000          | R\$ 9,00    |
| LED Aiha (10W)               | 800                 | 80        | 0,95       | 50000         | R\$ 20,00   |
| LED Philips (10W)            | 800                 | 80        | 0,95       | 25000         | R\$ 49,00   |

Com a implantação de um sistema de iluminação baseado em lâmpadas LED, é possível reduzir o consumo de energia e os custos com manutenção sem comprometer a qualidade da luz e do ambiente. Além disso, oferecem um baixo

custo de propriedade, sendo que o investimento se paga em menos de um ano quando as lâmpadas são utilizadas continuamente como em aviários.

O sistema atual de iluminação do aviário representa 61,04 kWh/lote (de frangos) de energia consumida, sendo o mesmo composto por lâmpadas compactas de 20 W. Sendo a tarifa imposta pela concessionária de R\$ 0,30, tem-se um custo de R\$ 18,31 por lote. Realizando um comparativo com as lâmpadas tipo LED, caso o proprietário substituísse todas as 32 lâmpadas compactas por lâmpadas tipo LED de 10W, o mesmo teria um consumo de 30,52 kWh/lote e com isso economizaria R\$ 9,15 por lote ou 50%. O grande diferencial entre as lâmpadas convencionais e as tipo LED é em relação a vida útil que é em média 35 vezes maior e também quanto ao consumo em Watts. Porém o custo de uma lâmpada LED ainda é bem alto se comparado com lâmpadas compactas e incandescentes.

## 5.2 Motores

Em relação aos motores, pode-se realizar a substituição dos motores monofásicos por motores trifásicos e de alto rendimento, pois na propriedade já encontra-se instalada a rede trifásica por parte da concessionária, bastando apenas realizar um aumento de carga, trocando a entrada de energia bifásica para trifásica e complementado a rede interna do aviário com mais uma fase. Com base na Tabela 04, pode-se verificar alguns dados que comprovam uma redução no consumo de energia elétrica por parte dos motores.

Tabela 04: Comparativo entre motores de indução monofásicos e trifásicos.

| Motor (CV) | Monofásico    |              | Trifásico     |              |
|------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|            | Potência (kW) | Corrente (A) | Potência (kW) | Corrente (A) |
| 1/3        | 0,25          | 3,5          | 0,25          | 0,9          |
| 1          | 0,74          | 8            | 0,74          | 2,1          |
| 1/2        | 0,37          | 4,5          | 0,37          | 1,2          |
| 1.1/2      | 1,10          | 10           | 1,10          | 2,9          |

Quando se compara motores trifásicos com motores monofásicos de mesma potência, verifica-se que os monofásicos apresentam algumas desvantagens como menor rendimento, maior corrente elétrica, necessita de dispositivos auxiliares para

o torque de partida e também são mais pesados e volumosos.

Entretanto, o motor monofásico de indução ainda é muito empregado em aplicações residenciais, comerciais e rurais, como por exemplo, em bombas, refrigeradores, ventiladores, etc. Isso se justifica pois a maioria das residências, lojas e no meio rural, são atendidos por rede monofásica ou bifásica.

### **5.3 Adaptação Visando a Eficiência Energética**

Tendo em vista que o assunto é relacionado à eficiência energética, buscou-se a realização de algo prático que contribuísse para o racionamento de energia, produzindo o mesmo trabalho e consumindo menos energéticos. De acordo com informações passadas pelo produtor sobre o funcionamento de todo o sistema durante um ciclo de alojamento, verificou-se a possibilidade de se transferir a máquina de aquecimento da parte externa para dentro do aviário. Nas demais propriedades da região que possuem aviários, o projeto compreende a instalação da máquina na área externa próximo ao meio do galpão. Com essa configuração pode-se apontar vários pontos críticos nesse sistema, como o não aproveitamento da temperatura do próprio forno, a aspiração de ar gelado na época de inverno e o tempo elevado de funcionamento do motor da turbina que faz com que o ar passe pela tubulação interna da máquina e distribua no aviário.

Com a transferência da máquina para dentro do aviário e, levando-se em conta que na primeira fase onde a máquina de aquecimento é muito exigida para se manter uma temperatura interna de aproximadamente 32°C e a área do galpão é reduzida, verificou-se uma enorme diferença em diversos aspectos.

Primeiramente, o simples fato de a máquina estar instalada dentro do aviário, pode-se aproveitar o calor gerado pelo equipamento sem a necessidade do motor entrar em funcionamento, contribuindo com a redução do consumo de energia elétrica. Além disso, consegue-se reduzir a quantidade de lenha que é utilizada para o aquecimento, pois o ar que é aspirado pelo equipamento já está pré-aquecido, ao contrário se estivesse instalado na área externa. De acordo com o proprietário, houve uma redução de aproximadamente 6m<sup>3</sup> de lenha por lote.



Foto 04: Máquina de aquecimento instalada internamente.

Vários produtores da região, assim como técnicos de empresas já estiveram no local realizando uma visita para avaliar a possibilidade de implantação desse sistema em outras granjas.

A Tabela 05 mostra o custo de implantação em um aviário novo de dois tipos de lâmpadas e motores, bem como o investimento empregado ao se optar pela instalação de lâmpadas LED e motores trifásicos de alto rendimento ao invés de lâmpadas incandescentes e motores monofásicos.

Tabela 05: Investimento em iluminação e motores.

| Custo         |            |              |               | Investimento |
|---------------|------------|--------------|---------------|--------------|
| Iluminação    |            | Motor        |               |              |
| Incandescente | LED        | Monofásico   | Trifásico     |              |
| R\$ 64,00     | R\$ 640,00 | R\$ 6.155,00 | R\$ 10.319,00 | R\$ 4.740,00 |

A tabela 06 mostra o payback para lâmpadas, sendo que o cálculo foi realizado para 32 lâmpadas, com uma média de utilização de 1890 horas no ano, o

custo de R\$ 0,30/kWh e o custo da lâmpada LED em média de R\$ 35,00. O comparativo foi realizado entre lâmpadas incandescentes e tipo LED e também entre lâmpadas fluorescentes compactas e tipo LED.

Tabela 06: Payback Iluminação.

| Economia        | W/h  | kWh/ano | R\$/ano | Payback   |
|-----------------|------|---------|---------|-----------|
| Incand x LED    | 1600 | 3024    | 907,20  | 1,23 anos |
| Flu. comp x LED | 320  | 604,80  | 181,44  | 6,17 anos |

Para o cálculo de retorno de investimento relacionado aos motores, aplicou-se a seguinte equação obtida através do catálogo WEG de motores.

$$R(\text{anos}) = \Delta C / 0,736 \times cv \times Nh \times CkWh \times ((100 / \eta m) - (100 / \eta ar))$$

Onde:

R = Retorno do investimento em anos;

$\Delta C$  = Diferença do custo entre motores monofásicos e trifásicos de alto rendimento;

Cv = Soma das potências dos motores em cavalo-vapor;

Nh = Número de horas trabalhadas em 1 ano;

CkWh = Custo do kWh (R\$/kWh);

$\eta m$  = Média do rendimento dos motores monofásicos;

$\eta ar$  = Média do rendimento dos motores trifásicos de alto rendimento.

Para o aviário em questão, obteve-se o seguinte resultado:

$$R(\text{anos}) = (10319,00 - 6155,00) / 0,736 \times 11,33 \times 4466 \times 0,30 \times ((100 / 58) - (100 / 70,40))$$

$$R(\text{anos}) = 1,2 \text{ anos}$$

Com isso, consegue-se um retorno do investimento aplicado na aquisição de motores trifásicos de alto rendimento de aproximadamente 1,2 anos. Em relação às lâmpadas, conclui-se que o produtor terá um retorno de investimento mais rápido quando substituir lâmpadas incandescentes por tipo LED (aproximadamente 1,23 anos), se comparado com a substituição das lâmpadas fluorescentes compactas por LED, que é de 6,17 anos.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citação em documentos. Rio de Janeiro, 2002b. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011. 11 p.

BUENO, L.G.F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frango de corte**. 2004. 2p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2004.

BONA, José de: **Estudo de diferentes tecnologias, métodos e processos para efficientização energética de sistemas de iluminação de aviários**. Dissertação de Mestrado - Prodetec. Curitiba, Paraná. 2010.

FERREIRA, Rodrigo Arruda Felício. **Manual de Luminotécnica**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2010.

FRANÇA, Júnia Lessa et al. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 6. ed. rev. e ampl. Belo Horizonte: UFMG, 2003. 230 p.

POGI, R. de C., PIEDADE JR, C. **Energia elétrica em atividades ligadas à avicultura**. Energia na Agricultura. Botucatu, v.6, n.2, 28-34, 1991.

TAVARES, Maria E. F., JORDAN, Rodrigo A. **Análise de sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis**. Mestrado em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNIOESTE. Paraná, 2003.

[http://minerva.ufpel.edu.br/~egcneves/disciplinas/mte/caderno\\_mte/motor\\_mono.pdf](http://minerva.ufpel.edu.br/~egcneves/disciplinas/mte/caderno_mte/motor_mono.pdf)

<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-rendimento-nos-motores-monofasicos-artigo-tecnico-portugues-br.pdf>