



Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.3, p.420-423, 2005
Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>

Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis



Rodrigo A. Jordan¹ & Maria H. F. Tavares²

¹ FEAGRI/UNICAMP. CP 6011, CEP 13083-970, Campinas, SP. Fone: (19)3788-1013, Fax: (19)3788-1013. E-mail: jordan@agr.unicamp.br (Foto)

² CCET/UNIOESTE. Rua Universitária, 2069, CEP 85814-110, Cascavel, PR. Fone: (45)3220-3266, Fax: (45)3324-4566. E-mail: mhstavar@unioeste.br

Protocolo 96 - 10/7/2002 - Aprovado em 14/1/2005

Resumo: Excluindo-se a ração, o insumo mais utilizado na cadeia produtiva da avicultura é a energia elétrica, principalmente na produção de pintinhos de um dia, ocorrendo consumo em todas as fases, desde a obtenção do ovo até a incubação. Para a produção do ovo consome-se grande quantidade de energia elétrica nos sistemas de iluminação dos aviários, devido à necessidade de exposição da poedeira à luz no comprimento de cor amarela. A redução dos gastos com energia elétrica está ligada à melhoria dos sistemas de iluminação, já que o sistema usual é formado por lâmpadas incandescentes de grande potência, baixa eficiência e vida útil curta. Assim, através deste trabalho, desenvolvido em uma granja do Sudoeste do Paraná, objetivou-se desenvolver um sistema de iluminação em que se utilizasse menor quantidade de lâmpadas, demandasse menor carga de energia elétrica e apresentasse maior durabilidade. Foram montados, então, os sistemas de iluminação a vapor de sódio 70 W, vapor mista 250 W e fluorescente HO 110 W, obedecendo-se ao índice mínimo de iluminância de 40 lux. Análise técnico-econômica dos dados levantados durante o período de duração do lote demonstrou que o sistema a vapor de sódio é o mais econômico e durável.

Palavras-chave: produção avícola, programa de luz, iluminância, energia elétrica, cálculo luminotécnico

Analysis of different illumination systems for poultry houses of producing fertile eggs

Abstract: Besides the ration, the most consumed input in the productive chain of the poultry industry is the electrical energy, mainly in the production of one day chicks, consuming energy in all the periods, from the egg production to incubation. For the egg production, huge amount of energy is used, in illumination systems of poultry houses in the wave length of the yellow color. The reduction of the energy expenses is tied up to the improvement of the illumination systems, since lamps of higher power, low efficiency and less durable, form the usual system. So, this work, developed in Southwest Parana, has aimed to develop an illumination system which uses a lesser amount of lamps, demanding less energy and long lasting. The illumination systems with sodium vapor 70 W, mixed vapor 250 W and fluorescent HO 110 W lamps were mounted, observing the minimum illuminance of 40 lux. A technical and economical analysis of the data proved that the sodium vapor system is the most economical and durable.

Key words: poultry production, light program, illuminance, electrical energy, lighting design

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa, hoje, a segunda posição mundial, tanto na produção como na exportação avícola, situação alcançada graças a uma combinação bem dosada de tecnologia, cuidados com sanidade e desenvolvimento genético, vigilância com

relação às condições do mercado mundial e constante discussão sobre os problemas do setor. Tal combinação consagrou o modelo brasileiro de avicultura, gerando mais de dois milhões e meio de empregos diretos e indiretos e apenas no ano de 2001 um volume total de exportações no valor de 1,455 bilhões de dólares.

Apesar dos números significativos e da grande responsabilidade social como geradora de empregos e fixadora do homem no campo, a avicultura brasileira ainda apresenta um aspecto falho: o alto desperdício de energia em seus vários processos. Por exemplo, apenas a opção por ventiladores energeticamente eficientes poderia levar a uma economia de 49% em energia elétrica (Turco et al., 1998).

Também o setor de iluminação dos galpões é responsável por enormes desperdícios: na produção de ovos férteis, o sistema de iluminação utilizado para produzir a iluminância normalmente empregada (40 lux) é composto por um elevado número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência. As lâmpadas incandescentes, usualmente empregadas, apresentam baixa taxa de conversão lm W^{-1} , da ordem de 15 lm W^{-1} , além de pequena durabilidade (vida média de 1000 h), fato que aumenta os gastos com reposição. Um galpão de 100 x 12 m emprega 100 a 120 lâmpadas incandescentes de 100 W, chegando o sistema a permanecer em funcionamento durante 17 h diárias.

O emprego da luz na avicultura está relacionado ao desenvolvimento da ave: a bibliografia sobre avicultura (Costa, 1980; EMBRAPA, 1997) mostra que o componente decisivo do manejo adequado das aves é um programa de luz, já que a glândula pituitária da ave é estimulada pela radiação luminosa que penetra pelo sistema ocular, passando a produzir hormônios que farão com que os órgãos reprodutivos funcionem. Para se obter boa resposta de produção, não se deve permitir a sobreposição do hormônio de crescimento com a liberação dos hormônios sexuais, sendo as aves mantidas em ambiente escuro até a 21ª semana de vida. Desta maneira, um programa de luz corretamente dimensionado durante o crescimento das aves é uma forma eficaz para se atrasar a maturidade sexual, fazendo com que ocorra maior produção de ovos na fase inicial de postura e, também, que o lote tenha homogeneidade. O programa de luz está relacionado ao comportamento alimentar, já que as aves ingerem a maior parte do seu alimento diário em dois períodos: próximo à oviposição e ao final da tarde. Em geral, as poedeiras começam a pôr uma hora depois do início do período de luz da manhã (luz natural ou artificial). No verão tropical, as temperaturas atingem, muitas vezes, os 30 °C antes de passadas 5 h após a alvorada, sendo vantajoso repartir o período de luz artificial e acender as lâmpadas 2 a 4 h antes do nascer do sol e assegurar que as aves tenham alimento à disposição.

A importância da luz nos aviários não está restrita apenas à duração da iluminação: intensidade da luz, fonte de luz, frequência, comprimento de onda do pico de radiação, comprimento de onda espectral, composição espectral e a distribuição espacial das lâmpadas no galpão, também afetam os resultados finais, em termos da qualidade e da quantidade de produção (Buyse & Simons, 1996; Lewis & Morris, 1998).

Estudos recentes (IESNA, 2001) mostram que a duração ótima da luz diária é de 14 h e que valores acima de 17 h diárias podem prejudicar a produção de ovos. Como o sistema visual da ave responde a radiações luminosas na faixa do espectro visível entre 664 e 740 nm, as lâmpadas empregadas nos aviários devem emitir nessa faixa. Os dados (IESNA, 2001) também indicam que uma iluminância mínima de 10 lux é recomendada para a produção de ovos. Iluminâncias superiores a 10 lux não

levam a qualquer benefício adicional e podem prejudicar a produção, favorecendo comportamentos de agressividade, hiperatividade e canibalismo.

O excesso de iluminância também prejudica a produção de frangos de corte acarretando, além dos problemas acima citados, deposição de gordura, maior incidência de problemas de pernas, doenças metabólicas e circulatórias.

A necessidade de modificações nos sistemas de iluminação de aviários, normalmente equipados com grande número de lâmpadas incandescentes, já vem sendo salientada há algum tempo (CEMIG, 1996) e, também, indicada para tema de projeto de efficientização energética (ANEEL, 1999). Levando-se em conta tais indicações, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se diminuir o consumo de energia elétrica dos sistemas de iluminação de galpões de postura de ovos férteis.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em galpões avícolas destinados à produção de ovos férteis, localizados em uma granja da região Sudoeste do Paraná, integrada a uma empresa de produção de pintinhos de um dia. A empresa trabalha com matrizes de compleição pesada, as quais exigem programas de luz mais agressivos para fornecerem resposta, ao contrário de matrizes leves e/ou rústicas.

O estudo foi dividido nas etapas: escolha das lâmpadas, determinação das configurações dos novos sistemas, pré-montagem e verificação dos critérios para os novos sistemas, tomada dos dados relativos à produção de ovos, durabilidade de lâmpadas e consumo de energia elétrica. Para a escolha das lâmpadas foram exigidas três características: capacidade de reprodução da cor amarela igual ou superior à lâmpada incandescente, apresentação de bom rendimento luminoso e alta durabilidade. Procurou-se levar em conta, ainda, o preço da lâmpada e a facilidade de seu manuseio, uma vez que a cada 10 meses são realizadas a troca do lote de aves e a desinfecção completa do galpão, tarefa que leva à retirada do sistema de iluminação. Ao final desta etapa foram selecionadas as seguintes lâmpadas: fluorescente 32 W (com temperatura de cor 3000 K), fluorescente HO 110 W (com temperatura de cor 3000 K), vapor mista 250 W, vapor de sódio 150 W e vapor de sódio 70 W.

Após a escolha das lâmpadas passou-se à determinação das configurações dos novos sistemas, todos dimensionados de forma a reproduzir um índice de iluminância igual ou superior ao exigido, sendo calculadas as quantidades de lâmpadas necessárias e respectivas distribuições através de cálculos luminotécnicos realizados com o método "Ponto a Ponto" (Moreira, 1999). Os sistemas a serem testados foram calculados tomando-se como referência o galpão padrão com dimensões de 12 x 100 m. Para um ajuste mais preciso, realizou-se uma pré-montagem de cada sistema, com o uso de duas lâmpadas, em um galpão escuro e sem forro, de forma a simular as condições normalmente encontradas dentro dos aviários, sendo a iluminância medida com um luxímetro digital. Após ajustes, chegou-se às configurações finais, sendo que a Tabela 1 mostra a quantidade de lâmpadas para cada sistema.

Tabela 1. Quantidade de lâmpadas para cada sistema* de iluminação

Sistema	Potência da Lâmpada (W)	Número de Lâmpadas	Potência Instalada (W)
Incandescente	100	99	9 900
Fluorescente 32 W	32	100	3 200
HO 110 W	110	48	5 280
VM 250 W	250	16	4 000
VS 150 W	150	30	4 500
VS 70 W	70	34	2 380

* VM - Vapor mista; VS - Vapor de sódio

Dentre os cinco sistemas mencionados foram escolhidos, para montagem, os seguintes: sistema vapor de sódio 70 W, vapor mista 250 W e o sistema fluorescente HO 110 W.

Para o sistema vapor de sódio 70 W, as lâmpadas foram distribuídas em duas fileiras, espaçadas 5,88 m uma da outra, com altura da luminária de 2,40 m. Como tal sistema necessita de reator e ignitor, foi desenvolvido um suporte de metal tipo gaveta, afixado a uma estrutura de madeira, de forma a facilitar a retirada do conjunto quando da desinfecção do galpão; já para o sistema fluorescente HO 110 W, a distribuição constou na colocação das lâmpadas em três fileiras, espaçadas 6,25 m, com altura da luminária de 2,40 m. Tanto a lâmpada como o reator foram montados em calha chanfrada simples, presa por correntes com ganchos, de forma a ensejar a retirada do conjunto. A montagem não contou com calha reflexiva. No caso do sistema vapor mista 250 W, o mesmo foi escolhido para ser testado pelo seu baixo custo e pela boa reprodução da cor amarela. A configuração adotada para este sistema constou na utilização de uma única fileira de lâmpadas, centrada no meio do galpão, com espaçamento de 6,25 m entre as lâmpadas, a uma altura de 4 m, próximo da cumeeira. Para que o fluxo luminoso não se dispersasse e fosse dirigido totalmente ao chão do galpão, utilizou-se um prato refletor.

A avaliação dos sistemas objetivou comparar-se os dados de consumo de energia elétrica e o número de lâmpadas queimadas no período de avaliação e quantificar a produção de ovos em cada sistema, sempre com relação ao sistema atual, o qual usa lâmpadas incandescentes. As medições de consumo de energia elétrica foram realizadas através de um medidor/registrador de grandezas elétricas, com a tomada dos dados de consumo de energia elétrica dos galpões, com integralização dos valores de 5 em 5 minutos.

O período de análise dos sistemas foi de 10 meses, tempo útil de produção de um lote de aves. O tempo útil de produção leva em conta que, quando iniciada a postura (22ª semana de idade) até a 33ª semana, a produção de ovos de uma ave de postura é crescente. Da 33ª semana até a 66ª semana, a produção de ovos começa a cair gradativamente e, após a 66ª semana, não é mais viável economicamente manter a ave em produção.

O estudo do custo operacional de cada sistema foi realizado a partir dos dados de valores de cada lâmpada, custo médio de energia elétrica, vida útil de cada tipo de lâmpada, vida útil do lote de aves e tempo de iluminação artificial por lote.

Para a análise dos dados de produção de ovos com diferentes sistemas de iluminação, aplicou-se um modelo matemático para curva de produção de ovos (Fialho & Ledur, 1999) o qual permite que se verifique persistência de postura, uniformidade do lote, idade e nível de postura no pico de produção. A análise estatística dos resultados semanais de produção de ovos foi realizada através de uma análise de variância simples, com fator único.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 2 e 3 trazem os dados obtidos com a substituição de lâmpadas nos aviários de postura de ovos férteis e os resultados da análise financeira, tendo-se utilizado o valor de custo de energia elétrica de R\$ 0,09886 (kWh)⁻¹ para o Grupo B Rural (fevereiro de 2001, US\$ 1,00 (dólar comercial)=R\$ 1,9812).

Tabela 2. Dados* para cálculo

Itens*	Incandescente 100 W	Fluorescente HO 110 W	VM 250 W	VS 70 W
VL (R\$)	1,50	31,00	15,00	50,00
Nº lâmpadas	99	48	16	34
DL (h)	1000	12000	6000	16000
TO (h)	2100	2100	2100	2100

* VL - Valor da Lâmpada; VM - Vapor Mista; VS - Vapor de Sódio; DL - Duração da Lâmpada; TO - Tempo de Operação

Tabela 3. Análise financeira dos sistemas* de iluminação de granjas de postura de ovos férteis

Itens	Incandescente 100 W	Fluorescente HO 110 W	VM 250 W	VS 70 W
Investimento (R\$)	148,50	1488,00	240,00	1700,00
DS (m)	4,70	57,10	28,60	76,19
CE (kWh m ⁻¹)	2012,75	1049,05	823,12	500,82
GR (R\$ lote ⁻¹)	311,98	-	-	-
Economia (R\$ lote ⁻¹)	-	1264,68	1488,04	1806,66
VAL (R\$)	-	4168,54	3609,04	8086,94
TR (m)	-	16	2	12

* DS - Duração do sistema; CE - Consumo de energia; GR - Gasto com reposição; VAL - Valor atual líquido; VM - Vapor Mista; VS - Vapor de Sódio; TR - Tempo de retorno

A medida que os fatores kWh ave⁻¹ lote⁻¹ e R\$ ave⁻¹ lote⁻¹ diminuem, a eficiência energética do sistema de iluminação aumenta. Na análise do Valor Atual Líquido (VAL), todos os sistemas mostraram viabilidade considerando-se, como vida útil do empreendimento, a durabilidade correspondente a cada sistema; já quanto ao Tempo de Retorno (TR), todos os novos sistemas apresentaram um TR inferior à vida útil do empreendimento, menos de 50% da vida útil do sistema. O menor tempo de retorno se deve ao sistema vapor mista (VM) 250 W o qual, todavia, apresentou o menor valor de fluxo de caixa. Comparando-se os resultados econômicos para a vida útil do sistema vapor de sódio (VS) 70 W, verifica-se que tal sistema é mais indicado, devido à sua maior durabilidade e, sendo assim, apresentou não apenas a melhor eficiência energética mas, também, a econômica. Em comparação com o sistema fluorescente HO 110 W, o rendimento do sistema vapor

de sódio 70 W foi 55% maior e, com relação ao sistema vapor mista (VM) 250 W, este rendimento foi de 41%. Em comparação com o sistema incandescente, tal diferença chegou a 76%.

Dados de produção de ovos obtidos com diferentes sistemas de iluminação são mostrados na Tabela 4 e a sua análise, realizada com a aplicação do modelo de Fialho & Ledur (1999), confirma que aves de conformação mais pesada são mais exigentes quanto ao manejo de luz, fato que pode acarretar desuniformidade do lote. Os dados apresentados mostram que reprodutoras pesadas, sob o sistema de iluminação vapor de sódio, respondem muito bem, já que o lote de aves apresenta maior uniformidade que os demais; já a análise de variância simples, a nível de 5% de probabilidade, indica que não houve efeito significativo dos diferentes sistemas de iluminação sobre a produção de ovos.

Tabela 4. Produção de ovos de reprodutoras pesadas submetidas a diferentes sistemas de iluminação

Dado	Vapor de Sódio	Vapor Mista	Fluorescente	Incandescente
PTO*	950966	928218	937767	919073

* PTO - Produção total de ovos

CONCLUSÕES

1. Um sistema de iluminação para aviários de produção de ovos férteis, devidamente dimensionado através de cálculo luminotécnico e que empregue lâmpadas energeticamente eficientes, oferece excelente distribuição espacial de iluminância a qual, por sua vez, favorece a produção.

2. O sistema de iluminação equipado com lâmpadas vapor de sódio 70 W, dimensionado através de cálculo luminotécnico, apresenta um consumo de energia elétrica quatro vezes menor que o sistema usual, equipado com lâmpadas incandescentes, reduzindo o consumo médio diário de um galpão típico de postura de 70 para 17 kWh.

3. A análise econômica do desempenho dos sistemas de iluminação analisados mostra que o sistema vapor de sódio 70 W é o que oferece maiores vantagens.

LITERATURA CITADA

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Manual para elaboração do programa anual ao desperdício de energia elétrica: ciclo 1999/2000. Brasília: Agência Nacional de Energia, 1999.138p.
- Buyse, J.; Simons, P.C.M. Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers. *World's Poultry Science Journal*, Washington, v.52, p.121-130, 1996.
- CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Estudo de otimização energética no setor avícola. Belo Horizonte: Departamento de Utilização de Energia, 1996. 26p.
- Costa, M.S. Avicultura nas regiões tropicais. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 285p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manejo e produção de poedeiras comerciais. Concórdia: EMBRAPA - Suínos e Aves, 1997. 64p.
- Fialho, F.B.; Ledur, M.C. Modelo matemático para curvas de produção de ovos. Concórdia: Embrapa – Suínos e Aves, 1999. 6p.
- IESNA. Effects on poultry. <http://www.iesna.org>. 06 mai. 2001.
- Jordan, R.A. Análise energética e econômica de sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis. Cascavel: UNIOESTE, 2001. 65p. Dissertação Mestrado
- Lewis, P.D.; Morris, T.R. Responses of domestic poultry to various light sources. *World's Poultry Science Journal*, Washington, v.54, p.7-25, 1998.
- Moreira, V.A. Iluminação elétrica. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1999. 186p.
- Turco, J.E.P.; Milani, A.P.; Furlan, R.L.; Macari, M. Análise do consumo de energia elétrica e eficiência de conjuntos motor-ventilador utilizados na avicultura brasileira. *Engenharia Agrícola*, Campinas, v.18, n.1, p.13-19, 1998.