

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO EM
GALPÕES DE AVES POEDEIRAS ATRAVÉS DE AVALIAÇÕES
ESTATÍSTICAS E ECONÔMICAS.**

JOSÉ EDUARDO FERREIRA GABRIEL

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia - Área de Concentração em
Energia na Agricultura

BOTUCATU - SP

dezembro - 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO EM
GALPÕES DE AVES POEDEIRAS ATRAVÉS DE AVALIAÇÕES
ESTATÍSTICAS E ECONÔMICAS.**

JOSÉ EDUARDO FERREIRA GABRIEL

Orientador: Prof. Dr. ÂNGELO CATANEO

Co-Orientador: Prof. Dr. JORIN SOUZA DAS VIRGENS FILHO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia - Área de Concentração em
Energia na Agricultura

BOTUCATU - SP

Dezembro – 2003

Quando plantar por um ano, semeie um grão.
Quando plantar por uma década, plante uma árvore.
Quando plantar para vida, eduque um homem.
(provérbio oriental)

À minha família:

meus pais Luiz (*in memoriam*) e Luzinette,
pela confiança e educação;

à minha esposa, Fátima e aos meus filhos, Eduarda, Mirela e Vítor
pela presença, orações, estímulo e bom humor;

ao meu irmão, Roberto, pelo apoio incondicional .

E a todos que acreditam no futuro de uma
sociedade mais justa.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS fonte de tudo o que existe.

Ao Prof. Dr. Ângelo Cataneo pela orientação e confiança na realização deste trabalho, por me fazer aprender a seguir com independência.

Ao Prof. Dr. Jorin Souza das Virgens Filho por acreditar e exigir de mim o que não sabia que podia oferecer, por me orientar no caminho da autonomia, solicitando tomadas de posição e atitudes, exemplar co-orientação.

À Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP – Campus Botucatu por acreditar na realização deste trabalho fora do âmbito comum.

A todos os docentes e funcionários do Departamento Economia e Sociologia Rural FCA- UNESP.

Aos amigos de pós-graduação, Cíntia de Souza Silva, Cristiano Lima Goldoni, Emerson Borghi, Fernanda Cristina Pierre, Flávio Rielli Mazetto, Fred Willians Calonego, Giovana Giovanni, João Lopes de Oliveira Filho, Luiz Carlos Bentivenha, Raquel Fabbri Ramos, Ricardo Antonioli Latauro, Rogério Germino, Sara Alves de Souza e Vítor José Miranda das Neves pelo apoio , nos detalhes do trabalho científico com informações preciosas e por me fazer constatar que coisas boas retornaram no caminhar da vida.

Ao meu irmão Prof. Dr. Luiz Roberto Almeida Gabriel, pelo apoio, amizade e pelas valiosas contribuições durante todo este estudo.

A todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO	Página
LISTA DE QUADROS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	X
1 – RESUMO	01
2 – SUMMARY	03
3 – INTRODUÇÃO.....	05
4 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	08
4.1 Energia.....	08
4.2 Conservação de energia elétrica.....	10
4.3 Iluminação	13
4.3.1. Lâmpadas Incandescentes.....	14
4.3.2 Lâmpadas de Descarga.....	15
4.4 Energia elétrica e controle de luz em granjas de postura.....	18
4.5 A avicultura do futuro	27
4.6 Mercado avícola de postura.....	30
4.7 Produção paulista de aves para postura.....	33
5 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
5.1 – Material	34
5.1.1 – Descrição do processo produtivo.....	35
5.1.2 – Sistema de Iluminação atual.....	36
5.1 3 - Novos sistemas de iluminação desenvolvidos.....	37

SUMÁRIO	Página
5.1.4 – Regime de Operação do Sistema de Iluminação.....	40
5.1.5 – Sistemas de Tarifação.....	40
5.2 – Métodos	40
5.2.1 - Escolha Sistema de Iluminação	42
5.2.2 – Determinação das Configurações dos Novos Sistemas.....	43
5.2.3 – Avaliação técnica , estatística e econômica, para os novos sistemas de iluminação.....	45
5.2.4– Medição do Consumo de Energia Elétrica	46
5.2.5– Dados de queima de lâmpadas.....	46
5.2.6– Análise Estatística	47
5.2.7 - Análise Econômica	49
5.2.7.1 Determinação dos Custos de Investimentos, Operacionais e Análise Financeira	49
5.2.7.2 - Determinação da Potência Instalada	52
5.2.7.3 – Viabilidade Econômica – Cálculo do Valor Atual Líquido.....	53
5.2.7.4 – Tempo de Retorno do Investimento, relação Custo Benefício.....	55
6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
6.1 - Valores de consumo de energia elétrica	56
6.2 - Durabilidade das lâmpadas	59
6.3 - Produção de ovos	60
6.4 – Avaliação Técnica , Estatística e Econômica, para Novos Sistemas de iluminação.....	63

SUMÁRIO	Página
6.4.1 – Análise Estatística	64
6.4.2 – Análise Econômica.....	69
6.4.2.1 - Valores de carga instalada, consumo e economia de energia elétrica.	69
6.4.2.2 - Resultados da Análise Financeira de Viabilidade e Custos	
Operacionais.....	71
6.5 - Estimativa econômica.....	75
7 - CONCLUSÕES	84
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
1 Dados comparativos de lâmpadas.....	18
2 Fotoperíodo – programa de foto estimulação –sincronismo sexual.....	19
3 Programa de luz para criação e produção em aviários dark house.....	25
4 Programa de luz para criação dark house e em aviários de produção abertos.....	26
5 Evolução da avicultura no século XX – Evolução da poedeira comercial.....	27
6 Os novos Sistemas e a quantidade de lâmpadas	37
7 Valores medidos de consumo de energia elétrica.....	56
8 Valores estimados de durabilidade para cada sistema.....	59
9 Produção semanal de ovos para os Sistemas de Iluminação em avaliação.....	62
10 Resultados da análise Estatística relacionados a População.....	64
11 Resultados da análise Estatística das amostras e Teste de Tukey	66
12 Valores de carga instalada, consumo de energia e economia	70
13 Resultados da Análise Financeira de Viabilidade e Custos Operacionais.....	71
14 Avaliação Financeira na substituição do Sistema de Iluminação Incandescente.....	78
15 Estudo para substituição do Sistema Padrão pelo Vapor de Sódio 70W	82

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Curva de distribuição de intensidade Luminosa.....	14
2 Evolução da população mundial.....	28
3 Produção de ovos no Brasil	31
4 Evolução do Consumo de Ovo no Brasil.....	32
5 Configuração do Sistema de Iluminação Padrão 100 W.....	37
6 Configuração do Sistema de Iluminação Vapor de Sódio 70W.....	38
7 Configuração do Sistema Fluorescente HO 110 W	39
8 Configuração do Sistema de Iluminação Vapor Mista 250 W	39
9 Grandezas para cálculo Luminotécnico Ponto por Ponto.....	45
10 Valores de consumo e economia de energia elétrica.....	57
11 Curvas características diárias de carga.....	59
12 Durabilidade das Lâmpadas em número lotes	60
13 Curva de produção semanal de ovos	63
14 Comparações Viabilidade Econômica com Investimento Inicial	74

1 RESUMO

Para atender aos objetivos das empresas avícolas, ligadas à cadeia de produção de ovos comerciais, no que diz respeito ao emprego eficiente da energia elétrica, na fase do processo produtivo, foi desenvolvido três sistema de iluminação para ser testados e comparados com o sistema de iluminação incandescente 100 W (padrão), comumente utilizados em granjas. Foram escolhidos para testes os sistemas: Fluorescente HO 110 W, Vapor Mista 250 W e Vapor de Sódio 70 W.

A quantidade de lâmpadas para novos sistemas de iluminação foram calculadas, através do método luminotécnico Ponto por Ponto, considerando o limite mínimo de 40 luxes, necessário a produção das aves, com a finalidade de não afetar a produção de ovos .

O experimento foi conduzido em quatro galpões com mil poedeiras cada, totalizando quatro mil poedeiras, considerando para análises estatísticas como população e cada Sistema de iluminação como um tratamento.

Foi considerado, amostra estatística, quarenta poedeiras escolhidas ao acaso no início do experimento, onde foram realizadas, durante o experimento, cinco coletas de um ovo de cada poedeira, com o objetivo de adquirir dados de forma eficiente para aplicação do Teste de Tukey ao nível de significância 5% de probabilidade.

Conforme demonstrado pela análise estatística dos resultados de produção de ovos e consumo de ração, os sistemas iluminação: Vapor de Sódio 70 W, Mista 250 W e Florescente HO 110W, causaram reflexos positivos na produção. Com melhores resultados apresentados pelo Vapor de Sódio 70 W. Em termos econômicos 57% e energéticos 65%, mais eficiente que o sistema incandescente 100W; que apresentou um grande desperdício de energia elétrica, baixa eficiência e durabilidade muito curta comparada com outras lâmpadas.

Avaliou-se: peso do ovo, quantidade de ovos produzidos, conversão alimentar quilo de ração para produzir um ovo e consumo de energia elétrica para produção de um ovo, durante um período 37 semanas. Na aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, todos os novos sistemas de iluminação apresentaram significância nos contrastes relacionados ao sistema de iluminação incandescente 100 W, porém o mais acentuado foi o do sistema de iluminação Vapor de Sódio 70 W.

Conforme resultados, o fator preponderante na produção de ovos comerciais está relacionado com a quantidade e intensidade de luz e não com o tipo de lâmpada empregada, desde que a lâmpada empregada ofereça adequada reprodução da cor amarela.

O sistema de iluminação Vapor Sódio 70 W apresentou: menor consumo de energia elétrica por ovo (kWh/ovo); maior viabilidade econômica (Valor presente Líquido) e crescimento na produção de ovos em relação ao sistema de iluminação incandescente 100 W. Além da viabilidade do investimento na substituição do sistema padrão pelo Vapor sódio 70 W, ainda há viabilidade no crescimento da produção de ovos, o que deverá diminuir o custo de produção, reduzindo assim o custo final do produto.

Verifica-se através do estudo econômico realizado, ser totalmente viável a substituição do sistema incandescente 100 W pelo Vapor de Sódio 70 W, resultando em ótimos valores de economia, apresentando um tempo de retorno aproximadamente de um ano (11 meses), cerca de um sétimo da vida útil do sistema.

Devido ao aumento de produção de ovos e queda no consumo de ração nas primeiras semanas, causado pela utilização de novos sistemas de iluminação, aconselha-se, para trabalhos futuros, um estudo aprofundado a respeito dos reflexos positivos na produção de ovos comerciais em função do tipo de lâmpada.

ENERGY EFFICIENCY OF ILLUMINATION SYSTEMS IN SHED OF HEN OF LAY THROUGH STATISTICAL AND ECONOMICAL EVALUATIONS. Botucatu, 2003.90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: JOSÉ EDUARDO FERREIRA GABRIEL

Adviser: ÂNGELO CATANEO

2 SUMMARY

To assist to the objectives of the poultry companies, linked to the chain of production of commercial eggs, in what he concerns the efficient employment of the electric power, in the phase of the productive process, three illumination system was developed to be tested and compared with the system of incandescent illumination 100 W (pattern), commonly used at farms. They were chosen for tests the systems: Fluorescent HO 110 W, Mixed Vapor 250 W and Vapor of Sodium 70 W.

The amount of lamps for new illumination systems was calculated, through the method luminotécnico Point for Point, considering the minimum limit of 40 luxes off, necessary the production of the birds, with the purpose of not affecting the production of eggs.

The experiment was led at four hangars with a thousand to hen of lay each, totaling four thousand hen of lay each, considering for statistical analyses as population and each illumination System as a treatment.

It was considered, statistical sample, forty chosen to hen of lay to the maybe in the beginning of the experiment, where they were accomplished, during the experiment, five collections of an egg of to hen of lay each, with the objective of acquiring data in an efficient way for application of the Test of Tukey at the level of significância 5% of probability.

As demonstrated by the statistical analysis of the results of production of eggs and ration consumption, the systems illumination: Vapor of Sodium 70 W, Mixed 250 W and Florescent HO 110W, caused positive reflexes in the production. With better results presented by the Vapor of Sodium 70 W. In economical terms 57% and

energy 65%, more efficient than the incandescent system 100W; that presented a great electric power waste, low efficiency and durability very it tans compared with other lamps.

It was evaluated: I weigh of the egg, amount of produced eggs, conversion alimentary kilo of ration to produce an egg and electric power consumption for production of an egg, during a period 37 weeks. In the application of the Test of Tukey, at the level of 5% of probability, all the new illumination systems presented significance in the contrasts related to the system of incandescent illumination 100 W, however the accentuated was it of the system of illumination Vapor of Sodium 70 W.

According to results, the preponderant factor in the production of commercial eggs is related with the amount and light intensity and not with the type of used lamp, since the used lamp offers appropriate reproduction of the yellow color.

Illumination Vapor Sodium's system 70 W presented: smaller electric power consumption for egg (kWh/eggs); larger economical viability (present Value Liquidates) and growth in the production of eggs in relation to the system of incandescent illumination 100 W. besides the viability of the investment in the substitution of the standard system for the Vapor sodium 70 W, there is still viability in the growth of the production of eggs, what should reduce them I cost of production, reducing like this the final cost of the product.

It is verified through the accomplished economical study, to be totally viable the substitution of the incandescent system 100 W for the Vapor of Sodium 70 W, resulting in great economy values, presenting a time of return approximately of one year (11 months), about a seventh of the useful life of the system.

Due to the increase of production of eggs and fall in the ration consumption in the first weeks, caused by the use of new illumination systems, he/she seeks advice, for future works, a study deepened regarding the positive reflexes in the production of commercial eggs in function of the lamp type.

Keywords: hen of lay, shed of illumination , electric power, production of eggs, efficient lamps

3 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura moderna, tem como importante ferramenta no manejo do crescimento das poedeiras o fator luz ou luminosidade, podendo ser controlado para atingir a melhor idade de postura (maturidade sexual), melhorando assim o processo produtivo da ave.

O fator luz ou luminosidade, como elemento indispensável à produção das aves, foi inicialmente reconhecido em 1944. Naquela ocasião, o efeito da luz sobre a idade da maturidade sexual e sobre a posterior taxa de ovulação das poedeiras foram estudados intensamente, chegando-se à conclusão do valor que a luz exerce sobre a melhoria de produção das poedeiras. Entretanto, a produção industrial, tanto de frangos de corte como de poedeiras e reprodutoras, estava apenas em conjectura.

Por volta de 1960, estando já implantados os diversos setores de produção e comercialização, consolidando assim, a indústria avícola, iniciou-se o emprego constante de novas técnicas com o objetivo de melhorar economicamente a produção. Desta maneira, os trabalhos pioneiros sobre os efeitos da luz na produção das aves passaram a ser divulgados, motivando novas pesquisas no setor.

Surgiram diversos programas de iluminação, uns simples, outros bastante complicados, sendo que atualmente esses programas constituem parte integrante do bom manejo das granjas de produção avícola .

A partir de 1990 tem sido verificada uma grande preocupação em manter as aves dentro de parâmetros de peso ideal, principalmente na maturidade sexual. O programa de luz diária (artificial + natural), juntamente com o nutricional e o tamanho do ovo incubado, é um recurso a mais para que esse fim seja atingido .

O sistema de iluminação usualmente encontrado nas granjas é composto por lâmpadas de alta potência e baixa eficiência luminosa, de modo que é caracterizado por utilizar uma grande quantidade de lâmpadas, aumentando a carga instalada do sistema.

Existe a necessidade de estudar e elaborar novos sistemas de iluminação que utilizem lâmpadas mais eficientes, de forma a reduzir a quantidade de lâmpadas utilizadas nessas granjas, sem causar danos ao processo produtivo e sim, se possível, trazer ganhos para a produção.

A eficiência do programa de iluminação em galpões de aves poedeiras se torna necessária, pois com implantação de um sistema de iluminação artificial com baixo consumo de energia elétrica, irá assegurar ao produtor um preço final de produção mais baixo, além de contribuir para uso racional de energia elétrica, um fator importantíssimo para a economia do país.

A energia elétrica está cada vez mais escassa, fazendo-se necessária à conservação e racionalização de energia, afim de que não haja colapso no abastecimento ou mesmo maiores investimentos na geração e distribuição.

A luz é um fator preponderante na produção de ovos, devendo seu custo ser analisado. No entanto, a relação custo - benefício, que obviamente tem sentido quando houver várias opções, não poderá deixar de ser considerada, pois é um fator de avaliação econômica.

São relevantes as importâncias desses dois fatores. A questão energética hoje é fundamental. A produção de ovos, também, se apresenta como um dos itens básicos na alimentação, principalmente da população mais carente de nosso país.

Assim sendo, o presente trabalho teve por objetivo submeter uma parcela de quatro mil aves poedeiras a quatro tipos de tratamentos, realizando Avaliação Estatístico-econômica do consumo de energia elétrica, através de testes de sistemas de iluminação, onde foram colhidos os dados sobre a produção de ovos de maneira detalhada levando-se em consideração custo–benefício, apurando assim os resultados de acordo com cada sistema, onde foi escolhido o sistema mais eficiente.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Energia

No passado, o uso que os seres humanos faziam da energia seguiu uma tendência de crescimento semelhante ao aumento da população. Até o século XVI, a forma usual de produzir calor consistia em queimar madeira, resíduos agrícolas e esterco animal, e o trabalho de que se necessitava era realizado com ajuda de animais. A utilização de energia hidráulica e de moinhos de vento é bastante antiga, todavia eram também utilizadas outras fontes de energia, sem que fossem afetados os recursos fundamentais da natureza Brinkwhorth, citado por Jordan (2000).

O caso específico da Grã-Bretanha, até o século XII, não era utilizado o carvão mineral oriundo de camadas superficiais. Até o final do século XVIII, porém, a produção de carvão nas minas alcançou a cifra de dez milhões de toneladas anuais. Nessa época, iniciou-se na mesma Grã-Bretanha, o processo de industrialização e a demanda de energia rapidamente ultrapassou o que poderiam satisfazer, por si sós, as fontes renováveis Brinkwhorth, citado Jordan (2000).

No fim dos anos setenta deste século, os então 4,5 bilhões de habitantes do planeta consumiam cerca de 10 trilhões kWh de energia (aproximadamente

2,2 kWh per capita). Isso não implica que a energia era uniformemente utilizada em todo o planeta. Na América do Norte, por exemplo, o consumo era de cerca de 10 kWh per capita, enquanto nos demais países do Primeiro Mundo, o consumo variava de 2 a 7 kWh. O restante do mundo, abrangendo 75% da humanidade, consumia 450 watts em média, por ano (Goldemberg, 1979).

Tanto na perspectiva de sua demanda global quanto na do consumo específico dos países do primeiro Mundo, a questão energética suscita uma infundável gama de implicações. A relevância de uma análise sobre o tema parece justificada, se não pelas razões indicadas, pelo preocupante fato de que os aproximadamente 6 bilhões de habitantes do Planeta deverão estar consumindo de 13 a 14 trilhões de watts de energia (Goldemberg, 1979).

A Energia, segundo Goldemberg, 1979, deixou, há muito, de ser preocupação exclusiva da física e dos filósofos para se transformar no mais importante dos problemas da atualidade. De fato, existem três conceituações do que seja energia: a do âmbito da Física, a técnica e econômica, de caráter prático e ligado à produção e ao consumo e a do senso comum (Rosa, 1985). Todavia, a utilização do conceito é bastante variada e, com frequência, equivocada em face dos objetivos que se tem em conta. Para fins do presente exame é importante considerar a energia de um sistema com vistas à produção de calor ou trabalho.

Dentro desta conceituação, do final do século XIX em diante, a eletricidade passou a ser utilizada em escala industrial, exercendo influência tal que o século XX – ao longo do qual se consolidou o uso desta forma de energia – passou a ser denominado o “Século da Eletricidade” (Goldemberg, 1979).

O ciclo hidrológico é uma das mais importantes fontes potenciais de energia, correspondendo a 40.000×10^6 megawatts continuamente disponíveis. Não obstante, parte considerável desta energia é inaproveitável, posto que somente poucos cursos d'água, de um determinado porte e de certa regularidade, prestam-se a um aproveitamento racional (Goldemberg, 1979).

4.2 Conservação de energia elétrica

O crescimento da competição global tem sido de tal ordem que as empresas vem sendo compelidas a se comprometerem, seriamente, com a chamada “Filosofia da Excelência Empresarial”. Atenção cada vez mais adequada à quantidade de produtos e processos tem sido exigida, assim como a gestão adequada dos recursos existentes (French, 1977).

A partir de 1946, nos Estados Unidos, aumentou a preocupação com a eficiência da produção agrícola, com o apoio do Congresso Americano, o qual chegou a afirmar que, da eficiência dos sistemas de produção e de distribuição agrícola dependiam a manutenção do pleno emprego, o bem estar, a prosperidade e a saúde da nação (French, 1977). Foi a partir desta época que se criaram fontes básicas para as pesquisas de métodos de estimação de custos na agroindústria, sendo desenvolvidos os conceitos empregados nestas pesquisas.

No início da era industrial, os engenheiros só se interessavam pela eficiência, em termos energéticos, das máquinas e instalações diretamente relacionadas à produção. Em meados do século XX, entretanto, alguns engenheiros químicos, preocupados com a elevação dos gastos com energia na produção, começaram a pensar em balanços energético, com o objetivo de melhorar o processo e minimizar o consumo de energia (Carvalho, 1980).

Com a diminuição no ritmo de crescimento industrial, apresentou a particularidade de não implicar uma redução proporcional no crescimento do consumo de eletricidade pela indústria. Há até mesmo uma elevação na taxa média anual de crescimento do consumo de energia elétrica, o que sugere a hipótese de uma maior eletrificação dos processos industriais nesse período (Calabi , 1983).

Com a otimização através de medidas conservacionistas, recomendando a racionalização do uso de energia, a agroindústria do Estado de Minas Gerais conseguiu obter uma economia média mensal de 17% de energia elétrica e de até 12% de energia térmica. (CEMIG, 1989).

A conservação de energia elétrica num determinado local consiste basicamente em utilizar o mínimo que possibilite a perfeita realização de todas as atividades inerentes ao local (Cotrim, 1992).

Os procedimentos que visam a racionalização energética compreendem todas as medidas, cujo objetivo básico seja o de restringir a utilização do sistema de iluminação apenas aos locais de absoluta necessidade e nos horários de real solicitação. Além disso, entendem-se como procedimentos de racionalização de caráter complementar, todas as medidas favoráveis ao bom desempenho do sistema, tais como a realização de rotinas de manutenção periódicas (CEMIG, 1989).

A utilização de lâmpadas energeticamente mais eficientes constitui-se, também, em alguns casos, num eficiente instrumento de otimização energética, tendo em vista a possibilidade de redução do consumo aliada à elevação dos níveis de iluminamento nas áreas de trabalho (CEMIG, 2000).

Cerca de 16% do total da eletricidade consumida no país destina-se à iluminação. E, o que é mais importante, a maior parte deste consumo se realiza durante o chamado período de pico do sistema elétrico, que se refere ao intervalo de três a quatro horas consecutivas entre as 18 a 21 horas, onde existe a maior solicitação de energia elétrica (Jannuzzi, 1992).

A iluminação é, portanto, um dos maiores responsáveis pela expansão da geração de eletricidade. No Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, grande parte dos consumidores residenciais e comerciais não tem sido envolvidos em campanhas de modernização tecnológica, o que já acontece em vários outros países industrializados, preocupados com os problemas ambientais de geração da termo (ou núcleo) eletricidade e com os altos investimentos para aumentar a capacidade instalada de geração (Jannuzzi, 1992).

Cerca de 6% da eletricidade consumida no país é usada para iluminação do setor comercial. A energia consumida para esse fim representa aproximadamente 44% do consumo do setor. De acordo com os fabricantes de lâmpadas, a iluminação incandescente nesse setor ainda responde por aproximadamente metade do uso (Jannuzzi, 1992).

Estudos realizados por companhias de eletricidade indicam que a iluminação responde por 2 a 4 % do uso total no setor industrial, o que corresponde a aproximadamente 2 % do consumo total no país. Em algumas indústrias, porém, principalmente naquelas de acabamento de bens, a iluminação responde por até 10% do uso de eletricidade total (Jannuzzi, 1992).

Na atividade avícola, a energia elétrica é imprescindível e cada vez mais se torna necessária sua racionalização frente aos custos que vem alcançando (Pogi, 1991).

No Brasil, economias no consumo de eletricidade representam importante passo para melhor utilização dos recursos naturais e de capital para investimentos para postergar, ou mesmo evitar, a construção de novas hidroelétricas, termoeletrônicas e usinas nucleares. (Jannuzzi, 1992).

Grande parte do potencial de geração hidroelétrica deverá vir da Amazônia, o que representara maiores dificuldades no manejo dos recursos ambientais da região. A partir de 1990, passou também a haver preocupações no sentido de aumentar a geração térmica e mesmo nuclear do país. A geração térmica, baseada na queima de combustíveis fósseis, vai contribuir para aumentar a emissão de CO₂, aumentar a acidez das chuvas e também para emissão de partículas. A geração nuclear introduz graves riscos e problemas ainda não resolvidos de manipulação e destino dos rejeitos (Jannuzzi, 1992).

Lâmpadas e luminárias eficientes, reatores e controles eletrônicos, soluções arquitetônicas que melhor aproveitam a iluminação natural, estão entre as possibilidades para a redução do consumo de eletricidade para esse importante uso final da energia. Muitas dessas tecnologias estão disponíveis no Brasil, algumas desde ano de 1990, mas muito pouco difundidas (Jannuzzi, 1992).

Lâmpadas incandescentes e mistas são ainda largamente usadas no Brasil, a partir de 1990, programas específicos de companhias elétricas visaram substituir lâmpadas incandescentes de mais alta potência (200-300W) por lâmpadas de vapor de mercúrio de 80 W e vapor de sódio de alta pressão (HPSV) de 50W, mais eficientes que as primeiras e já produzidas no Brasil (Jannuzzi, 1992).

Para o setor elétrico as vantagens econômicas para investir na substituição por algumas tecnologias mais eficientes para iluminação podem ser mais

atraentes que os custos associados às instalações de novas usinas elétricas. Para estes casos é uma alternativa interessante o próprio setor elétrico investir na substituição e instalar diretamente o novo equipamento junto aos seus consumidores (Jannuzzi, 1992).

4.3 Iluminação

A luz é uma modalidade de energia radiante, verificada por um observador através da sensação visual de claridade determinada pelo estímulo da retina, sob a ação da radiação no processo de percepção sensorial visual. A faixa de radiação das ondas detectada pelo olho humano se situa entre 380 a 780 nanômetros, correspondendo ao menor valor limite dos raios ultravioleta e maior dos raios infravermelhos (Niskier, 1996).

As curvas de distribuição espectral para tipos de lâmpadas, são normalmente fornecidas pelos fabricantes e mostram, dentro da faixa de percepção do olho humano, quais comprimentos de ondas a lâmpada em questão reproduz melhor. As cores determinadas pela reação do mecanismo de percepção sensorial aos diversos comprimentos de onda, sendo que a maior sensibilidade do olho humano, como captor de sensações que são transmitidas ao cérebro, ocorre no amarelo esverdeado, correspondendo ao comprimento de onda de 555 nm (Niskier, 1996).

O fluxo luminoso é a potência total emitida por uma fonte de luz, capaz de produzir uma sensação de luminosidade através do estímulo da retina ocular. Em outras palavras, é a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano. A unidade é o lúmen (lm). As lâmpadas, conforme seu tipo e potência, apresentam fluxos luminosos com diversas eficiências, sendo que a eficiência equivale a razão do fluxo luminoso emitido sobre a potência consumida pela fonte, com a unidade: lm. 1/W (Niskier, 1996).

Uma fonte luminosa em geral não emite igual potência luminosa em todas as direções. A potência de radiação luminosa numa dada direção denomina-se intensidade luminosa, sendo a razão do fluxo luminoso que sai da fonte e que se propaga no elemento de ângulo sólido. A grandeza assim obtida é medida em candelas. Os fabricantes, em seus catálogos, apresentam a curva da distribuição da intensidade luminosa. Trata-se de um diagrama polar no qual se considera a lâmpada ou a luminária reduzida a um ponto no

centro do diagrama em que se representa a intensidade luminosa nas várias direções por vetores, partindo do centro do diagrama. A curva obtida ligando-se as extremidades desses vetores é a curva de distribuição de intensidade luminosa (Niskier, 1996).

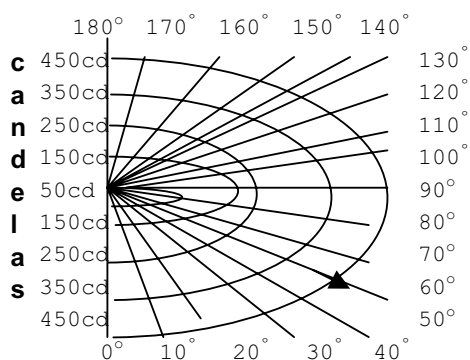


Figura 1. Curva de distribuição de intensidade Luminosa. Candelas por 1000 lumens OSRAM, 2003

Supondo que o fluxo luminoso incida sobre uma superfície, a relação entre o fluxo e a superfície sobre a qual incide denomina-se iluminância. Esta iluminância média vem a ser, portanto, a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual este incide. O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia) denomina essa grandeza de iluminamento. A unidade de iluminância é o lux (lx), definido como a iluminância de uma superfície de 1 m² recebendo de uma fonte puntiforme, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen uniformemente distribuído (Niskier, 1996).

4.3.1 Lâmpadas Incandescentes

São lâmpadas nas quais a emissão de luz é produzida por um elemento aquecido até a incandescência, através da passagem de corrente elétrica. Possuem um bulbo de vidro, em cujo interior existe um filamento de tungstênio, enrolado uma, duas ou três vezes, e que, pela passagem da corrente elétrica, fica incandescente (Niskier, 1996).

Para evitar que o filamento oxide, realiza-se o vácuo no interior do bulbo, ou nele se coloca um gás inerte, em geral o nitrogênio ou o argônio. O tungstênio é

um metal de ponto de fusão muito elevado (3.400°C), o que permite temperaturas, no filamento, de cerca de 2.500°C (Niskier, 1996).

O bulbo, invólucro selado que encerra o elemento luminoso de uma lâmpada, pode ser transparente, translúcido ou opalino, sendo este último usado para reduzir a luminância ou o ofuscamento (luminância muito Intensa). A cor da luz é branco-avermelhada, na reprodução em cores, sobressaem as cores amarela e vermelha, ficando amortecidas as tonalidades verde e azul. Em relação à elevada potência possui baixa eficiência luminosa comparada a outras lâmpadas existentes (Niskier, 1996).

4.3.2 Lâmpadas de Descarga

A energia é emitida sob a forma de radiação, que provoca uma excitação de gases e vapores metálicos, devido à tensão elétrica entre eletrodos especiais. A radiação, que se estende da faixa do ultravioleta até o infravermelho, passando através do espectro luminoso, depende, entre outros fatores, da pressão interna da lâmpada, da natureza do gás ou da presença de partículas metálicas ou halógenas no interior do tubo. As lâmpadas de descarga podem ser das seguintes classes: fluorescente (incluindo compactas e economizadoras), sódio (descartando-se as de alta pressão), mercúrio, mista e vapores metálicos (Niskier, 1996).

a) Lâmpadas Fluorescentes

São constituídas por um tubo em cujas paredes internas é fixado um material fluorescente e onde se efetua uma descarga elétrica, a baixa pressão, em presença de vapor de mercúrio. Produz-se, então, uma radiação ultravioleta que, em presença do material fluorescente existente nas paredes (cristais de fósforo), se transforma em luz visível (Niskier, 1996).

O bulbo das lâmpadas fluorescente é tubular e de vidro e, em suas extremidades, encontram-se eletrodos de tungstênio (cátodos), enrolados helicoidalmente e recobertos de terminais óxidos que aumentam seu poder emissor. A instalação de uma lâmpada fluorescente é complementada com os seguintes acessórios:

- 1) Reator: tem por finalidade provocar um aumento de tensão durante a ignição e uma redução na intensidade da corrente, durante o funcionamento da lâmpada; consiste essencialmente em uma bobina, com núcleo de ferro, ligada em série com a alimentação ou através de circuito eletrônico.
- 2) Starter ou Disparador: é uma espécie de minilâmpada de neônio e destina-se a provocar um pulso na tensão, a fim de deflagrar a ignição da lâmpada.

b) Lâmpada de Descarga Luz Mista

Reúnem, em uma só lâmpada, as vantagens da lâmpada incandescente, da fluorescente e vapor de mercúrio. Assim:

- A luz do filamento emite luz incandescente;
- A luz do tubo de descarga de vapor de mercúrio emite intensa luz azulada;
- A radiação invisível (ultravioleta), em contato com a camada fluorescente do tubo, transforma-se em luz avermelhada;
- Não necessita de equipamentos auxiliares (reator, ignitor), tendo maior eficiência e vida média maior que as incandescentes.

Como resultado, consegue-se uma luz semelhante à luz do dia. O fluxo luminoso é 20 a 35 % maior que o da lâmpada incandescente e a duração da lâmpada é seis vezes maior (Niskier, 1996).

c) Lâmpada de Descarga a Vapor de Mercúrio

Consta de um tubo de quartzo ou vidro duro, contendo uma pequena quantidade de mercúrio e cheio de gás argônio, com quatro eletrodos – dois principais e dois auxiliares – colocados nas extremidades do tubo. Os dois eletrodos auxiliares e o gás argônio estabelecem um arco de ignição preliminar que vaporiza o mercúrio. Forma-se em seguida, o arco luminoso definido entre os dois eletrodos principais (Niskier, 1996).

O bulbo é revestido internamente com uma camada fluorescente de fosfato de ítrio vanadato, o que transforma a radiação ultravioleta em luz avermelhada, que melhora a reprodução das cores e distribui a luz do tubo por toda a superfície do bulbo, evitando ofuscamento visão (Niskier, 1996).

Após a ligação, a lâmpada leva cerca de três minutos para atingir a totalidade do fluxo luminoso nominal. Depois de apagada, a lâmpada acenderá somente após três minutos de resfriamento. Possuem um fluxo grande e uma vida útil longa, tornando-as muito econômicas (Niskier, 1996).

d) Lâmpada a Vapor de Sódio

O tubo de descarga da lâmpada de sódio é constituído de sódio e uma mistura de gases inertes (neônio e argônio) colocados a uma determinada pressão suficiente para obter uma tensão de ignição baixa. A descarga ocorre num invólucro de vidro tubular a vácuo, coberto na superfície interna por uma camada de óxido de ídio. Esta camada age como um refletor infravermelho. A lâmpada de sódio de baixa pressão possui uma radiação quase monocrática, elevada eficiência luminosa e vida útil longa, a luz emitida é de cor amarelada (Niskier, 1996). Na Quadro 1 encontram-se alguns tipos de lâmpadas relacionadas com a sua eficiência luminosa e à vida útil.

e) Lâmpadas de Multivapores Metálicos

A adição de certos compostos metálicos halogenados ao mercúrio (iodetos e brometos) permite tornar contínuo o espectro da descarga de alta pressão. Consegue-se, assim, uma excelente reprodução de cores, que corresponde à luz do dia. As lâmpadas, neste caso, poderão ter ou não material fluorescente no bulbo (Niskier, 1996).

São especialmente recomendadas quando se requer ótima qualidade na reprodução de cores, como por exemplo, em estádios, pista de corrida de cavalos, ginásios, museus, iluminação de fachadas altas, pavilhões etc., principalmente quando se pretende televisionamento em cores (Niskier, 1996).

QUADRO 1 Dados comparativos de lâmpadas. PHILIPS, 2000

Tipo	(Rendimento lm/W) Eficiência luminosa	Vida Útil (horas)
Incandescente	10 a 20	1.000 – 6.000
Infravermelha	-	2.000 – 5.000
Mista	17 a 25	6.000 – 8.000
Fluorescente	43 a 84	7.500 – 12.000
Vapor de sódio	75 a 105	12.000 – 16.000
Multivapores metálicos	69 a 115	10.000 – 20.000
Vapor de mercúrio	42 a 63	9.000 – 24.000
Vapor de sódio em alta pressão	68 a 140	24.000

Jordan (2000) concluiu que o sistema de iluminação com lâmpadas incandescentes, comumente utilizado em granjas de produção de ovos férteis, apresentou um grande dispêndio de energia elétrica, baixa eficiência e uma durabilidade muito curta comparada com os novos sistemas Vapor de sódio 70W, lâmpadas Mista 250 W e Fluorescente HO 110 W.

4.4 Energia elétrica e controle de luz em granjas de postura

O fator luz ou luminosidade, como elemento indispensável à produção das aves, foi inicialmente reconhecido em 1944. Naquela ocasião, o efeito da luz sobre a idade da maturidade sexual e sobre a posterior taxa de ovulação das poedeiras foram estudados intensamente, chegando-se à conclusão do valor que a luz exerce sobre a melhoria de produção das poedeiras. Entretanto, a produção industrial, tanto de frangos de corte como de poedeiras e reprodutoras, estava apenas em conjecturas (Campos, 1975).

Por volta de 1960, estando já implantados os diversos setores de produção e comercialização, consolidando assim, a indústria avícola, iniciou-se o emprego constante de novas técnicas com o objetivo de melhorar economicamente a produção. Desta maneira, os trabalhos pioneiros sobre os efeitos da luz na produção das aves passaram a ser divulgados, motivando novas pesquisas no setor. Surgiram diversos programas de iluminação, uns simples, outros bastante complicados, sendo que atualmente esses

programas constituem parte integrante do bom manejo das granjas de produção avícola (Campos, 1975).

Após 1990, tem sido verificada uma grande preocupação em manter as aves dentro de parâmetros de peso ideal, principalmente na maturidade sexual. O programa de luz diário (artificial + natural), juntamente com o nutricional e o tamanho do ovo incubado, é um recurso a mais para que esse fim seja atingido (Leeson, 1991).

Leeson (1991), verificou, as aves que cresceram com programa de luz foram maiores no final do experimento, produzindo maiores ovos com melhor consumo.

Outra preocupação do avicultor com vistas a melhor atender a exigência da indústria é o controle da oviposição, que pode ser alcançado principalmente pela manipulação do fotoperíodo (Ávila, 1995).

Nas galinhas em crescimento, a luz altera a idade em que é atingida a maturidade sexual (Bahr, 1995).

Maturidade sexual é definida como o momento em que as frangas iniciam um desenvolvimento notório de crista, aumento significativo de órgãos internos (oviduto e fígado) e um salto no aumento de peso de 300 a 400 gramas em duas semanas. Ao final desses eventos ocorre a postura do primeiro ovo (Bahr, 1995).

A Quadro 2, fotoperíodo, apresenta uma sugestão de iluminação nas fases de cria e recria (Ávila, 1995).

QUADRO 2 Fotoperíodo, programa de foto estimulação, sincronismo sexual. Ávila (1995)

IDADE	LUZ DIÁRIO
1º. Dia vida	24 horas de luz (natural e artificial)
2º. Dia vida	18 horas de luz (natural e artificial)
3º. Dia vida	12 horas de luz (natural e artificial)
Do 4º. Dia até 9ª semana	Somente luz natural
10ª a 18ª semana.	14 horas de luz constante
19ª a 80ª semana.	Luz crescente até atingir 17 horas (artificial e natural) mantendo constante até o final da produção

Pela importância do programa de luz a que são submetidas tanto as aves em crescimento como aquela em postura, é imprescindível a instalação de um gerador

próprio na granja para emergências de corte de luz da rede externa, se esta existir (Englert, 1998).

É necessário o fornecimento de energia elétrica para as lâmpadas de iluminação dos galpões, motor do misturador de rações, bombas d'água, moinho de milho, comedouros mecânicos e para o sistema de refrigeração do ar na câmara fria (Englert, 1998).

Segundo Englert (1998), um programa de luz bem idealizado poderá ser fator decisivo de lucratividade para o produtor de ovos, já que permitirá a máxima produção de ovos em qualquer mês do ano que desejar.

Na primavera, com o aumento de comprimento de horas de luz do dia, tanto os vegetais como os animais são estimulados para o início do funcionamento do sistema de reprodução. A maior quantidade de luz do dia que penetra pelo sistema ocular da ave estimula a glândula pituitária a produzir determinados hormônios que colocarão em funcionamento os órgãos responsáveis pela reprodução (Englert, 1998).

Deste modo é que uma franga que estiver em fase final de crescimento na primavera iniciará a postura prematuramente, o que não é desejável, pelo mesmo motivo, uma poedeira tende a aumentar sua produção de ovos nos meses de agosto, setembro e outubro, coincidindo com a safra de ovos. É sabido que se uma franga entrar em postura ao quarto mês e meio (135 dias ou 19^a semana), ela porá ovos menores e também uma menor quantidade de ovos em sua vida produtora (Englert, 1998).

O que desejamos, portanto, é retardar a maturidade sexual até 5 meses e meio (165 dias ou 24^a semana) e também estimular a produção de ovos com aumento progressivo nas horas totais diárias de luz, pois assim obteremos 6% de aumento de postura e 2,5 gramas a mais por ovo durante os 4 primeiros meses de postura. Para obter isso, deve ser seguido o método Diminuição – Aumento, que consiste em diminuir 20 minutos do total de luz desde a 2^a semana de idade até a 22^a semana, e aumentar 20 minutos a partir da 33^a semana até atingir o máximo de 17 horas totais de luz (Englert, 1998).

O programa de aumento de luz durante a postura será benéfico, somente quando precedido de um programa de diminuição de luz durante o crescimento, e após haver se iniciado a postura, qualquer queda na quantidade de horas de luz resultará em queda de postura (Englert, 1998).

A experiência de criar aves em ambiente controlado sob sistema de restrição de luz durante todo período de recria não é nova . Porém com o passar dos anos e o avanço genético em busca de aves cada vez mais pesadas, já era esperado que houvesse uma alteração quanto ao comportamento produtivo das reprodutoras (Avicultura Industrial, 1999).

Os ganhos em nível de frango de corte são progressivos, consistentes e altamente representativos, ano a ano. Por outro lado, se observa também que, a cada geração, as reprodutoras tornam-se mais sensíveis e exigentes quanto a manejos específicos. Dessa forma cabe a todos que esta diretamente em contato com elas observar e fazer as alterações necessárias para adaptação delas ao nosso meio (Avicultura Industrial, 1999).

É evidente que, com a evolução da genética no tocante à conversão alimentar, todos os anos obtém-se aves que convertem mais facilmente o alimento. E isto, numa razão inversa, logicamente torna os plantéis de reprodutoras mais e mais susceptíveis à falta de uniformidade (Avicultura Industrial, 1999).

Com a tendência do mercado em buscar linhagens que operam cada vez mais com alta conformação, tem sido observado também que uma das principais características destas aves é serem muito mais sensíveis e exigentes quanto à falta de uniformidade de luz para produção. Logo, o sistema de recria ideal para elas é um sistema de ambiente controlado ou semicontrolado . Neste ponto, cabe chamar a atenção que aqui, quando se fala em sistema controlado ou semicontrolado, a referência recai somente sobre a limitação da luz, seja na intensidade e/ou na quantidade de luz diária (Avicultura Industrial, 1999).

Quando se trata de ambiente controlado quanto à temperatura, ventilação e umidade para recria de reprodutoras pesadas, não é vista nenhuma vantagem que não seja a limitação de luz, que certamente esta presente nestes casos. Ou seja, os benefícios dos galpões de ambiente controlados estão relacionados com a limitação de luz e não com o controle de temperatura (Avicultura Industrial , 1999). Os benefícios do sistema são:

- a) Melhor uniformidade de peso;
- b) Melhor conversão alimentar: menos de 0,5 – 1 quilo/ave alojada em recria;

- c) Melhor uniformidade sexual;
- d) Maior sensibilidade ao programa de fotoestimulação (sincronismo sexual);
- e) Maior viabilidade de recria;
- f) Constância e regularidade de início de produção (não há atraso de produção);
- g) Melhores piques de produção;
- h) Melhor adaptação ao calor na fase de produção;
- i) Mais ovos por ave : 3 – 5 ovos/ave alojada por lote.

O principal objetivo dos sistemas de ambiente controlado (dark house) ou semicontrolado (sombrite) para recria de reprodutoras é não permitir a sobreposição do hormônio de crescimento com a liberação dos hormônios sexuais (18-22 semanas de idade), pois estes hormônios são antagônicos. Sabe-se ainda que a plenitude de ação do hormônio do crescimento ocorrerá até a 22^a semana de idade. Assim em galpões abertos, a partir da 16^o semana de idade, as aves mais pesadas do plantel já começam a responder aos estímulos luminosos de luz natural e a liberar os hormônios sexuais. Isso, além de desuniformizar o plantel, vai interferir na formação corporal final da ave. Tudo isso ocorre em um período de suma importância, que é a fase de formação do fleshing (carne de peito) e do aparelho reprodutor da ave (Avicultura Industrial, 1999).

Em aves de conformação, no período entre a 16^a e 22^a semanas de idade, ocorre formação do fleshing, que tem relação direta com a persistência de produção do plantel. Pelo fato das aves estarem em ambiente de escuro ou semiescuro até o final da 21^a semana, não há liberação dos hormônios sexuais e, dessa forma, alcança-se a plenitude da formação corporal (Avicultura Industrial, 1999).

A intensidade de luz durante toda a recria deve ser de 5 – 8 lux. É muito importante manter abaixo de 10 lux, uma vez que a partir de 10 luxes as aves começam a responder sexualmente à luz. Tal fato é notório no campo, uma vez que se pode observar que lotes são criados com intensidade de luz acima de 10 lux, a partir de 14 – 16 semanas, apresentam (geralmente aves mais pesadas) desenvolvimento de crista. Com isto perde-se o principal fundamento do sistema de recria em escuro, que é manter a uniformidade sexual do lote (Avicultura Industrial, 1999).

Um programa de iluminação durante o período de crescimento e produção permite o controle da maturidade sexual, pois, quando alto, tende a antecipá-la e quando baixo demais, tende atrasá-la (Avicultura Industrial, 1999).

Uma vez atingida a maturidade sexual, começa a fase de postura, nessa fase a luz nunca pode diminuir. O programa de iluminação para os machos é, freqüentemente, o mesmo que para as fêmeas. Porém, ele pode ser ajustado de acordo com o nível de maturidade real observado ao final da criação (crista, abertura pélvica e barbelas). Este é um passo muito útil e que permite que se tenha um nível similar de maturidade sexual em fêmeas e machos acasalados (Avicultura Industrial, 1999).

Em aves sob condições padrão, decorrerão cerca de três semanas entre o começo do estímulo luminoso e o primeiro ovo (Avicultura Industrial, 1999).

Existe ainda, em um bom programa de luz, a preocupação de manter um acompanhamento do nascer e pôr do sol durante o ano. Isso irá permitir que o programa de luz artificial tenha uma melhor eficiência de cobertura do da natural. Um luxímetro é necessário para saber precisamente a intensidade de luz em cada galpão na altura das aves. Levando tudo isto em consideração, nos Quadros 3 e 4, a seguir, encontram-se dois exemplos de programa de iluminação sob diferentes condições (Avicultura Industrial, 1999).

No processo de produção de ovos para incubação, a granja de recria dark house é onde a ave é criada até a 21^a semana (maturidade sexual) e, em seguida, a ave é transferida para a granja de produção onde a intensidade luminosa é maior, de forma a excitar a matriz já formada a iniciar a postura (Avicultura Industrial, 1999).

A granja de produção pode ser do tipo aviário dark house (fechada) onde a totalidade da iluminação é artificial ou aberta, sistema mais comumente utilizado devido ao baixo custo de implantação. Nesse tipo de granja utiliza-se, na maior parte do tempo, a luz solar, sendo usada a iluminação artificial como incremento para suprir as 16 – 17 horas diárias exigidas pela ave para manter a produção em níveis ótimos. O sistema de granja de produção dark house foi idealizado de forma a reduzir o impacto que a ave sofre ao sair de um ambiente totalmente fechado e controlado para um sistema de galpão aberto, reduzindo o tempo com a adaptação e aumentando a produção de ovos por galinha (Avicultura Industrial, 1999).

As granjas de produção são as responsáveis por grande parte do consumo de eletricidade. Isso se deve ao sistema de iluminação utilizado para produzir a intensidade luminosa mínima exigida pela ave (40 luxes) que é composto por um grande número de lâmpadas de elevada potência . Num galpão de 100x12m geralmente é utilizado um sistema com 100 lâmpadas incandescentes de 100 W, o qual, quando ligado, demanda grande quantidade de energia elétrica para supri-lo. Nas granjas de produção tipo dark house o consumo de energia elétrica é maior ainda, pois o sistema fica ligado 16 – 17 horas por dia (Avicultura Industrial, 1999).

QUADRO 3 Programa de luz para criação e produção em aviários dark house. Avicultura Industrial, 1999 - .Intensidade mínima exigida

IDADE DIAS	IDADE SEMANAS	LUZ TOTAL (HORAS)	INTENSIDADE (LUX)
1	-	22	60
2	-	20	60
3	-	17	60
4	-	14	30
5	-	11	20
6	-	8	15
7	-	8	15
8	-	8	10
9 a 140	-	8	5
141 a 147	21	10	5
148 a 154	22	11	40.
155 a 161	23	12	40.
162 a 168	24	13	40.
169 a 175	25	14	40.
176 a 182	26	15	40.
183 a 189	27	15.50	40.
190 a 476	28 a 68	16	40.

QUADRO 4 Programa de luz para criação em aviários dark house e em aviários de produção abertos. Avicultura industrial, 1999 - . Intensidade mínima exigida

IDADE DIAS	IDADE SEMANAS	LUZ TOTAL (HORAS)	INTENSIDADE (LUX)
1	-	22	60
2	-	20	60
3	-	17	40
4	-	14	30
5	-	13	20
6 a 140	-	13	5
141 a 147	21	15	40.
148 a 154	22	15.50	40.
155 a 161	23	16	40.
162 a 168	24	16	40.
169 a 175	25	16	40.
176 a 182	26	16	40.
183 a 189	27	16	40.
190 a 476	28 a 68	16	40.

Tomando o processo todo de uma avícola, desde a produção do ovo até a obtenção do pintainho de um dia, o insumo mais consumido, e também o mais importante no processo como um todo, é a energia elétrica. Nos incubatórios, as cargas são basicamente compostas por incubadoras equipadas com resistência puras e sistemas de exaustores, de forma a manter a temperatura estável. Nas granjas de produção faz-se necessário à complementação de 6 a 7 horas diárias com iluminação artificial de forma a tender às necessidades das aves para manter a produção diária, uma vez que a intensidade de luz influi diretamente no processo de produção (Avicultura Industrial, 1999).

4.5 A avicultura do futuro: uma perspectiva para o século 21

A galinha (*Gallus gallus*) teve sua origem cerca de 150 milhões de anos atrás, a partir do *Archaeopterix* que teria tido seu habitat na região conhecida como a Índia. Desta forma identificados 3 espécimens sendo que da Ave Vermelha da floresta (*Gallus bankiva*), surgiram às aves de hoje (*Gallus gallus*), (Andrade, 1990).

QUADRO 5 Evolução da avicultura no século XX – Evolução da poedeira comercial. ANDRADE, 1990 e Hy-Line do Brasil Ltda., 2003.

Ano	Ovos/ano	Peso médio ovo (g)	C. alimentar Kg ração/ dz. Ovos.
1910	80	55	4.10
1920	90	55	4.00
1930	120	54	3.25
1940	182	53	2.50
1950	219	54	2.08
1960	237	56	1.92
1970	255	57	1.77
1980	292	58	1.56
1990	304	57	1.50
2001	318	57	1.40
2003.	339	60	1.35

A produção de ovos e carne de frangos tem aumentado, na últimas décadas, muito mais rapidamente que qualquer outro produto de origem animal. No entanto, para procurarmos acompanhar o crescimento demográfico (Figura 2), teremos que aumentar tremendamente este crescimento. A evolução de diversos segmentos da ciência trará ferramentas indispensáveis a este crescimento. No entanto, as preocupações de ordem ecológica e saúde pública poderão influir negativamente neste aspecto, trazendo conseqüências desastrosas ao desenvolvimento da produção animal. É necessário que se desenvolva um trabalho isento de radicalismo, na análise das novas perspectivas que se abrem principalmente, no campo da engenharia genética, ver Quadro 5 (Andrade, 1990).

Estas preocupações de ordem ecológica e de saúde pública, se bem orientadas, levarão à obtenção de condições criatórias melhores e produtos finais com melhores qualidades e maiores tempos de conservação (Sociedade Brasileira de Zootécnica, 1990).

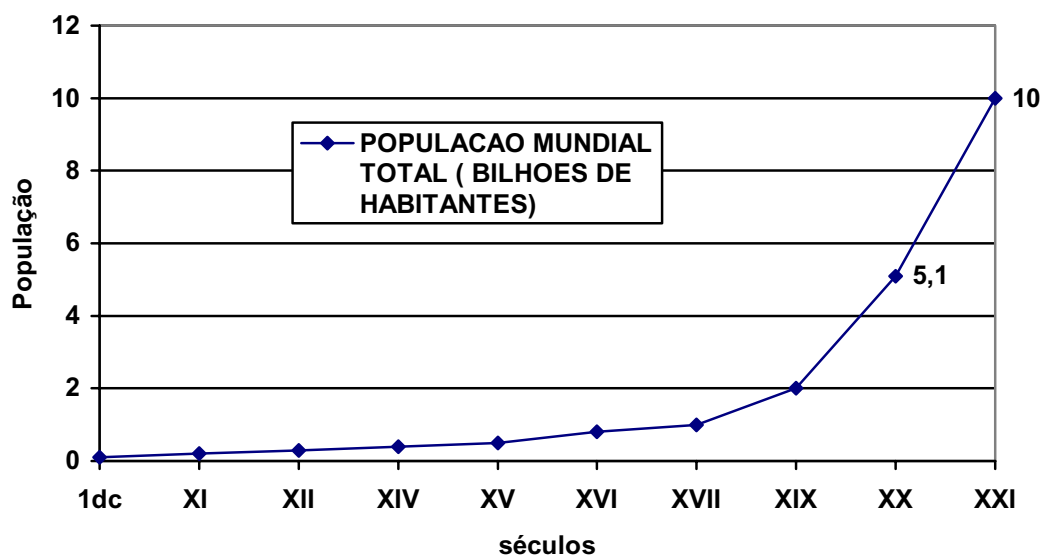


Figura 2. Evolução da população mundial. SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1990.

Na Genética Tradicional, os geneticistas prevêem que o presente “pool” de gens e programas de seleção melhorarão a performance potencial das matrizes de corte e frangos, a cada ano, nos valores a seguir:

a) Frangos de Corte:

- + 0,2% de rendimento em carne vendável
- + 40 g de peso corporal adicional
- + 1.0 % (0,02) de melhoria na conversão alimentar
- - 0,4 dia para se atingir o peso de abate

b) Matrizes:

- 1 – 1,5 ovos incubáveis adicionais/fêmea
- 0.25 % melhor viabilidade durante a recria
- 0.50 % melhor viabilidade durante a produção
- - 1.6 g de ração/ovo incubável (vida do lote)

c) Variação no peso do ovo, diminuindo de 0,4 g/ovo para nível de manutenção, por vários anos.

d) Manutenção em níveis atuais: maturidade sexual, pico de produção, eclodibilidade, qualidade do ovo e viabilidade dos frangos.

Segundo a Sociedade Brasileira de Zootécnica, 1990, somente estes ganhos, através da genética convencional, nos permitiriam antever um frango de corte, no início do século XXI, com cerca de 2.240 g de peso corporal, com 41 dias de idade e 1,78 de conversão alimentar. No entanto deverão melhorar o desenvolvimento:

- Das condições de criação

- Na Incubação – controlador automático dos ovos, temperatura, umidade relativa, luminosidade, velocidade do ar, nível de poeira e peso corporal das aves, ajustando fornecimento de ração e água, de acordo com os diversos parâmetros, e fornecendo análises ao criador, que permitirão a retirada do lote na hora economicamente ideal.
- Na Nutrição – o uso de ingredientes alternativos, a formulação com aminoácidos sintéticos ganhará nova dimensão.
- No campo da Sanidade Avícola avanços da biologia molecular permitirá a imunização praticamente perfeita .
- A Genética Molecular – funcionará como ferramenta adicional para a genética convencional, trazendo, através de técnica de engenharia genética, tais como DNA recombinante, gens benéficos para determinadas características. A obtenção de aves transgênicas abrirá um novo capítulo no controle a doenças e crescimento.
- Na área de Processamento – aumentará a porcentagem de produtos industrializados. Sistemas de preservação e conservação através de uso de radiação passará a ser comuns e embalagens que dispensara a necessidade do uso de frio tornarão os produtos mais econômicos e acessíveis às classes de baixa renda.

4.6 Mercado avícola de postura

A avicultura tanto a de corte quanto a de postura vem crescendo no Brasil, devido a várias transformações tecnológicas, obtenção de produtos de qualidade (ANUALPEC, 2002).

A partir do ano de 2000, os produtores com maior visão empresarial começaram a compreender que às necessidades de seus clientes vinham mudando. Estes queriam não apenas um produto barato, mas também um produto com qualidade diferenciada. Partindo dessa premissa, relativa ao comportamento do consumidor, diversos avicultores trataram de investir na diferenciação de seus produtos, fazendo surgir no mercado ovos enriquecidos com ômega 3, ovos light, com menos colesterol, caipiras, etc. (ANUALPEC, 2002).

A produção de ovos vermelhos no Brasil foi em 2002 da ordem de 10.987.616 caixas e ovos brancos de 31.445.384 caixas de 30 dúzias, totalizando, portanto, em 42.433.000 caixas. Observa-se a evolução da produção de ovos no Brasil em milhares de caixas de 30 dúzias, segundo a Figura 3 (ANUALPEC, 2002).

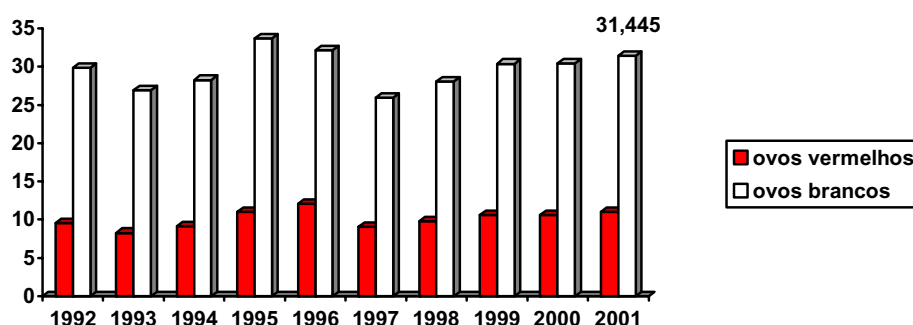


Figura 3 Produção de ovos no Brasil em milhões de caixas de 30 dúzias. UBA(dados básicos)/APA/APINCO/FNP(estimativa de 1999 em diante e elaboração final), 2002.

O ovo passou a ser vendido acondicionado não apenas em quase anônimas caixas de papelão, mas também em caixas plásticas, com slogans sugestivos, com “os ovos às claras” para realçar a transparência do recipiente e a visibilidade do produto (ANUALPEC, 2002).

Outra diferenciação ocorrida foi à adoção de tecnologias avançadas, ligando fornecedores e varejistas, caso da tecnologia conhecida ECR (Resposta Eficiente ao Consumidor), a qual proporcionam maior valorização ao consumidor. Procura-se reduzir os custos totais do sistema, dos estoques e dos produtos, ao mesmo tempo em que o consumidor tem a possibilidade de escolher produtos de maior qualidade(ANUALPEC 2002).

Outra estratégia transformadora no setor foi o lançamento no mercado dos ovos com marca. Como exemplo “os ovos da Turma da Mônica”, assim caracterizado para atrair atenção do público infantil. O setor se mostra convencido de que a identificação do produto e da empresa produtora por meio de uma marca constitui o principal fator que estimulará o crescimento do consumo de ovos no Brasil nos próximos anos (ANUALPEC, 2002).

A partir do ano de 2000, 47% da distribuição de ovos no Brasil se fizeram por intermédio das cinco maiores redes de supermercados do país. A marca própria desses estabelecimentos implicará uma exigência maior em termos de qualidade. Entre outras novidades, essa demanda poderá fazer surgir no mercado ovos com rastreabilidade, já que atualmente essa é a tendência na produção e comercialização das proteínas de origem animal (ANUALPEC, 2002).

Segundo a avaliação da FNP consultoria (2002), as perspectivas para os próximos anos serão promissoras para aqueles produtores que pensarem em agirem estrategicamente. A diferenciação dos produtos, da granja à gôndola do supermercado, esta cada vez mais explorada e, sob esse aspecto, os ovos industrializados também tendem a ganhar maior espaço no mercado nacional. Atualmente o consumidor brasileiro ainda praticamente desconhece o ovo líquido e o ovo em pó (ANUALPEC, 2002).

A valorização nas vendas feitas junto ao consumidor, quanto maior sua confiança no produto maiores serão as chances de o consumo de ovos expandir-se no país. E para o êxito desse trabalho as parcerias entre produtores e compradores serão fundamentais (ANUALPEC, 2002).

Todas estratégias mercadológicas postas em prática visam a aumentar o consumo de ovos no país. É, afinal de contas, o objetivo básico das iniciativas de marketing. Com o tempo, as estratégias se aprofundarão com o intuito de manter o consumidor e criar diferenciações de preços, de acordo com o produto. Figura 4 nota-se a evolução do consumo de ovos no Brasil (consumo per capita) de 1997 a 2002, em dúzia/habitante/ano (ANUALPEC, 2002).

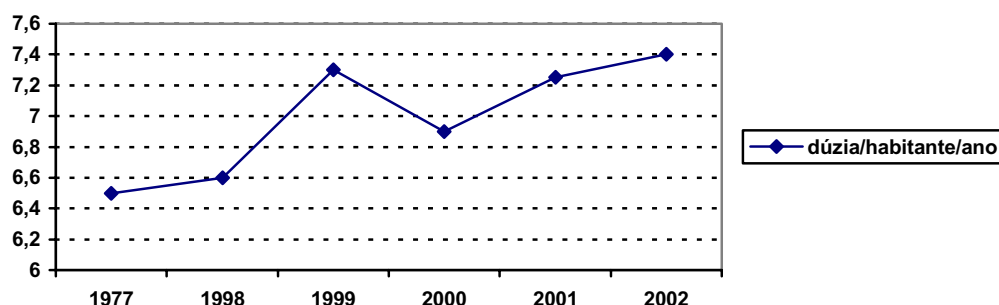


Figura 4 Evolução do Consumo de Ovo no Brasil (Consumo per capita).
ANUALPEC, 2002.

4.7 Produção paulista de aves para postura

Segundo O Instituto de Economia Agrícola (IEA) e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), 2001, com relação à produção paulista de aves para postura, as estatísticas apontam para a existência de um plantel de 37.182.927 cabeças em 2001, 2,73% maior que o de 2000 . Porém, a produção de ovos em 2001 não acompanhou o crescimento do rebanho, tendo sido estimada em 942.005 mil dúzias, 1,48% inferior à de 2000. O número de aves de corte existentes no Estado, em novembro de 2001, foi de 152.015.552 cabeças, que configura um aumento de 11,91% em relação a 2000.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Material

Serão apresentados neste capítulo os novos sistemas desenvolvidos, os dados comparativos entre eles e o sistema com lâmpadas incandescentes 100 W, de forma a medir a eficiência para estes sistemas, possibilitando escolher uma forma de iluminação mais econômica para utilização nas granjas de produção de ovos comerciais.

A região é composta por um grande complexo Agroindustrial formado por diversas incubadoras e fábricas de ração. No processo produtivo, são integradas a essas diversas granjas de postura de ovos galináceos e de recria, gerando no Estado de São Paulo mais de 122.000 empregos diretos e indiretos.

Somando-se todas as granjas de postura de ovos galináceos pertencentes a esta região (Bastos e Tupã), chega-se a uma quantidade de 23.000 lâmpadas incandescentes, valor que se iguala ao número de lâmpadas da iluminação pública de uma cidade do porte de Marília - SP.

Essas granjas são de tamanhos variados, existindo granja de pequeno porte (menos de 10.000 aves alojadas), granjas de médio porte (entre 10.000 e

50.000 aves alojadas) e granjas de grande porte (mais de 50.000 aves alojadas). A carga instalada, dessas granjas, é de 17.04 MW.

Na região de Bastos e Tupã encontram-se 12 milhões de aves destinadas ao processo de produção de ovos, estando em produção 9 milhões e o restante 3 milhões são pintainhos e frangas. No processo produtivo a região apresenta os seguintes dados: 7 milhões de ovos por dia, consumo diário de 1.000 toneladas ração, 620 toneladas milho e 220 toneladas de farelo de soja (Sindicato Rural de Bastos, 2002).

O experimento foi realizado na granja Umito, de postura comercial, de propriedade do Sr. Antônio Umito, localizada no município de Tupã, Estado de São Paulo, km 6,5; da estrada vicinal Tupã/Herculândia, 21° latitude sul e 50° longitude WG e altitude 450 metros . Objetivando, principalmente, desenvolver um sistema de iluminação mais eficiente. Para substituição, do incandescente 100 W instalado, sem diminuir a produção de ovos.

5.1.1 Descrição do processo produtivo

O sistema num todo é composto de vários subsistemas: granja de postura, granja de recria, incubatórios e fábrica de ração.

O processo produtivo segue as seguintes etapas:

- 1) Os ovos com carga genética de melhor qualidade são trazidos para o Brasil
- 2) Esses ovos são incubados no que se chama incubatórios de avós
- 3) Essas avós são criadas praticamente no escuro, nas granjas de recria ou dark house, onde a luminosidade é apenas de 4 lux. Quando as aves atingem idade para começar a botar, são colocadas diretamente em contato com a luz para começarem a produzir ovos.
- 4) Os ovos produzidos pelas avós são incubados nos incubatórios de matrizes. Após a eclosão, as matrizes, ainda pintainhos, são também mantidas e criadas nas dark houses até atingirem tamanho e porte suficiente para produzirem um ovo de boa qualidade.
- 5) Após as aves atingirem um porte, são encaminhadas às granjas denominadas, dentro do processo, de granjas de produção. Nessas granjas, concentra-se a maior carga de energia elétrica, devido ao grande número de lâmpadas utilizadas no processo para

complementar às 17 horas de luz diárias, necessárias para manter a produção de ovos em níveis ótimos.

- 6) Os ovos produzidos nas granjas de produção são encaminhados aos incubatórios comerciais, onde se obtém o pintainho de um dia que será destinado a venda para outras granjas ou às granjas de criação para o corte ou para postura, seguindo novamente o caminho determinado para cada caso.

Nesse processo, a fábrica de ração tem a função de fornecer alimento às granjas. Nas granjas de produção faz-se necessário à complementação de 6 a 7 horas diárias com iluminação artificial de forma a atender às necessidades das aves para manter a produção diária, uma vez que a intensidade de luz influi diretamente no processo.

5.1.2 Sistema de Iluminação Atual

O sistema de iluminação normalmente utilizado em granjas de produção é composto por lâmpadas incandescentes, sendo que este tipo de lâmpada apresenta uma baixa taxa de conversão lumens/Watt (eficiência luminosa), exigindo um maior número de lâmpadas e tornando o processo oneroso, devido a grande quantidade de energia que despende. Outro problema encontrado é a baixa durabilidade deste tipo de lâmpada, o que ao longo do processo, faz aumentar o custo devido aos gastos com reposições.

Para obtenção do índice mínimo (40 luxes) de luminosidade exigida para aves de postura de ovos, quando utilizado o sistema com lâmpadas incandescentes, aplicam-se em galpões de 3 x 100m, uma quantidade de 33 Lâmpadas incandescentes de 100w. No sistema de iluminação de um barracão de 3 x 100 m, as lâmpadas são distribuídas em posição linear central e espaçadas 3 metros uma da outra (ver Figura 5).

Incandescente 100 W (atual)

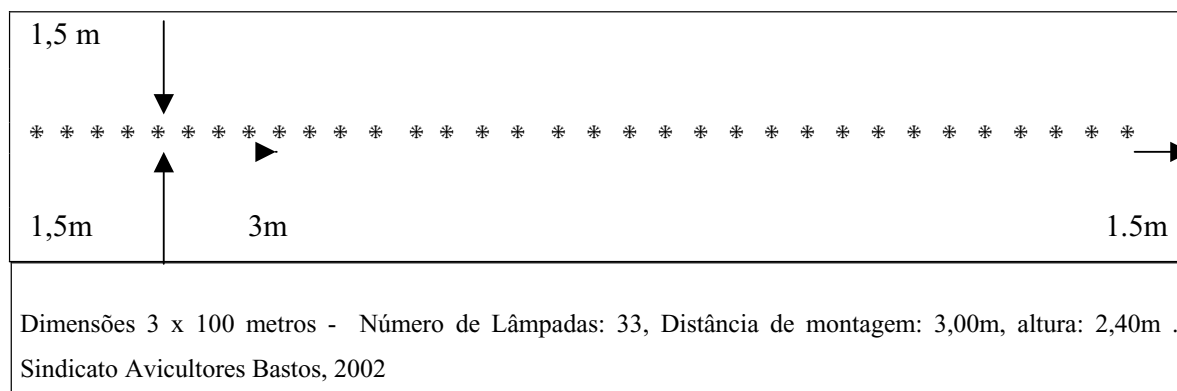


Figura 5 – Configuração do Sistema de Iluminação Padrão 100 W

5.1.3 Novos Sistemas de Iluminação Desenvolvidos

Os novos sistemas de iluminação desenvolvidos são mostrados na Quadro 6 . Devido ao alto custo para a montagem e avaliação de todos os sistemas projetados, somente três destes foram escolhidos para serem montados e avaliados: Vapor de Sódio 70 W, Vapor mista 250 W e o Fluorescente HO 110 W.

QUADRO 6 Os novos Sistemas e a quantidade de lâmpadas de cada sistema para o galpão padrão de 100 x 3 metros.

Sistemas	Número de lâmpadas	Altura de montagem (m)	Distância de montagem (m)
Fluorescente 32 W	33	3.00	3.00
Fluorescente Ho 110 W	16	2.40	6.25
Vapor Mista 250 W	8	3.00	12.5
Vapor de Sódio 150 W	15	3.00	6.67
Vapor de Sódio 70 W	17	2.40	5.88

O sistema Vapor de Sódio 70 W foi escolhido por já estar sendo utilizado com grande êxito, em substituição a lâmpada vapor de mercúrio na iluminação pública.

A configuração adotada para este sistema, de forma a reproduzir a intensidade mínima de iluminação, a distribuição das lâmpadas foi linear central, com espaçamento de 5,88 metros entre lâmpadas e altura de montagem de 2,40 m. (Figura 6).

Para esse sistema, por necessitar de reator e ignitor, foi desenvolvido um sistema de suporte de metal tipo gaveta, preso em uma estrutura de madeira, facilitando a retirada do conjunto para a realização da desinfecção do galpão.

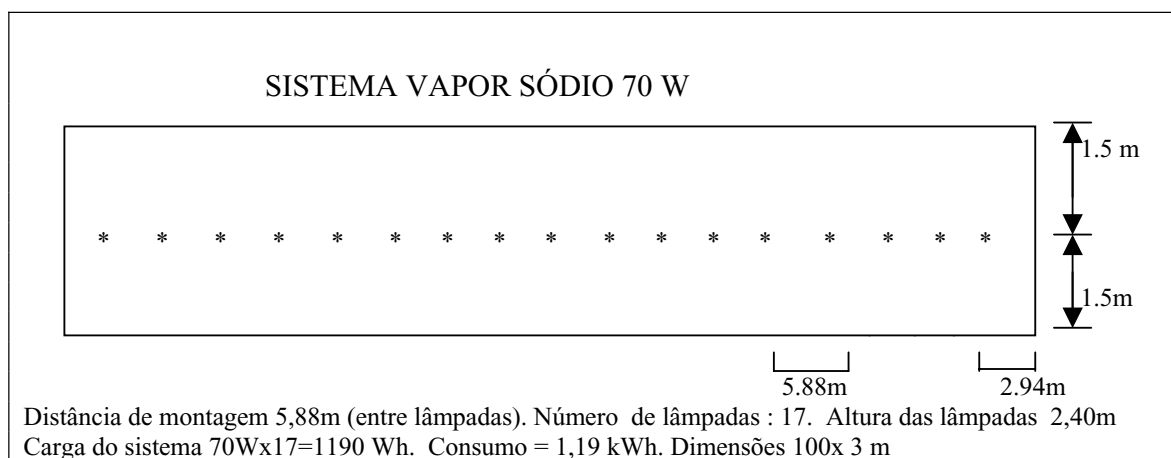


Figura 6 – Configuração do Sistema de Iluminação Vapor de Sódio

O sistema Fluorescente HO 110 W foi escolhido para ser testado por questão econômica. A configuração do sistema para produzir o índice mínimo de luminosidade, ficou com a distribuição linear central das lâmpadas, com espaçamento de 6,25 metros entre lâmpadas e uma altura de montagem de 2,40 metros.

Por ter que utilizar reator para sua partida, a lâmpada e o reator foram montados em calha chanfrada simples, presa por correntes, facilitando a retirada do conjunto para desinfecção do galpão. Figura 7, ilustra a configuração desse sistema

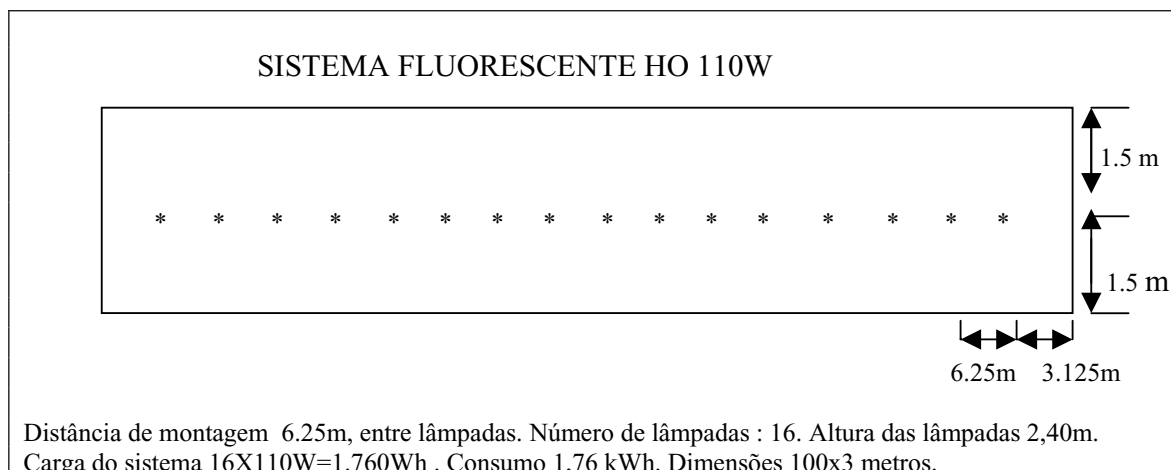


Figura 7 Configuração do Sistema Fluorescente HO 110 W

O sistema Vapor Mista 250 W foi escolhido para ser testado por proporcionar uma boa reprodução de cor amarela e, também, por ser relativamente mais barato. A configuração adotada para este sistema devido à grande potência da lâmpada, consiste em utilizar uma distribuição linear central de lâmpadas, na altura de 3m. Nesse caso, para que o fluxo luminoso não dispersasse e fosse dirigido totalmente ao chão do galpão, foi utilizado um prato refletor. Como o sistema é mais compacto e não necessita de dispositivos auxiliares na partida, sua retirada, na época da desinfecção do galpão é feita desrosqueando-se a lâmpada. Figura 8 ilustra a configuração desse sistema.

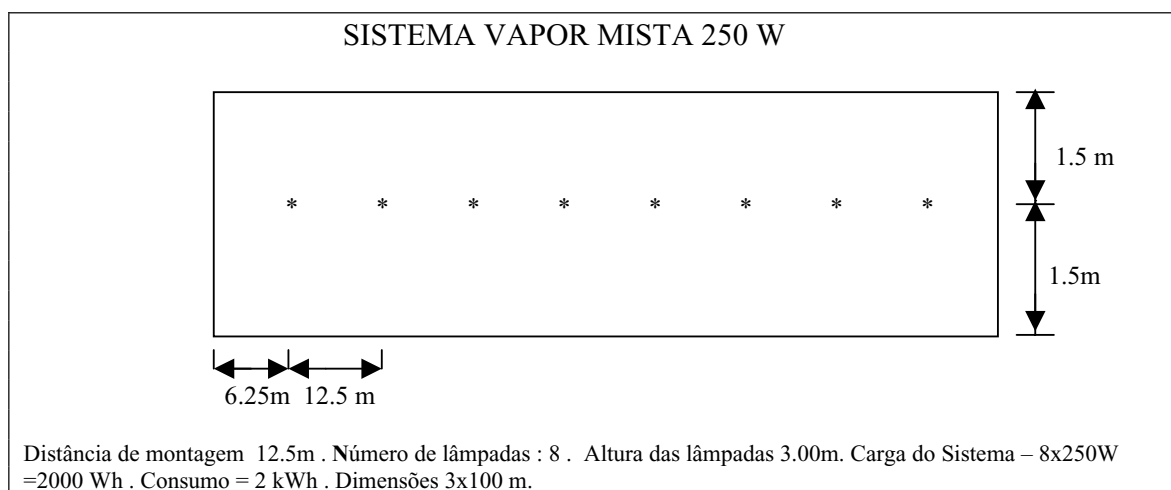


Figura 8 – Configuração do Sistema de Iluminação Vapor Mista 250 W .

5.1.4 Regime de Operação do Sistema de Iluminação

Na fase de postura, as aves necessitam de uma intensidade de 17 horas de luz por dia. Parte dessas horas é suprida com iluminação artificial distribuídas ao longo do dia da seguinte maneira: de manhã das 4:00 as 7:00 horas, e à tarde, das 18:00 às 21:00 horas. Desta maneira, no período da tarde o sistema de iluminação opera dentro do horário de ponta.

Em dias de pouca luminosidade natural, como os dias chuvosos e com nevoeiro, mais comuns nos meses de inverno, o sistema de iluminação artificial é utilizado integralmente de forma a garantir a luminosidade mínima e evitar quebras na produção.

5.1.5 Sistemas de Tarifação

As normas de tarifação são fornecidas às concessionárias de energia elétrica pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e são estabelecidas em função das condições de fornecimento.

A granja a qual foram testados os sistemas de iluminação está enquadrada no grupo B, classificação Rural, com medição em Baixa Tensão.

Nesse tipo de enquadramento a medição é simples, somente um medidor de kWh, não sendo cobrado valores relativos a importe de excesso reativo (baixo fator de potência). O Custo do kWh no início do experimento era R\$ 0,17 (REDE, 2002)

Para o dimensionamento dos novos sistemas, procurou-se levar em consideração um fator de potência mínimo de 92% que é o estabelecido pelo Portaria 466 – Condições para o Fornecimento de Energia Elétrica do extinto DNAEE (1997) (Departamento de Águas e Energia), atual ANEEL.

5.2 Métodos

Serão demonstrados os resultados referentes ao estudo estatístico e econômico, de forma a verificar a viabilidade de implantação do sistema escolhido para a granja da avícola em questão.

Foi escolhido um período de 10 meses para avaliação dos sistemas e o motivo principal da escolha desse período é o fator produção de ovos, pois este é o tempo útil de produção de um lote de aves.

Conforme literatura, iniciada a postura (22ª semana de idade), até a 33ª semana a produção de ovos de uma ave de postura é crescente, podendo ser considerado este período como um pico máximo de produção.

A partir da 33ª semana até a 66ª semana a produção de ovos começa a cair gradativamente; após a 66ª semana a produção cai bruscamente, não sendo mais viável economicamente manter a ave em produção. Por isso é determinado como vida útil de produção de um lote de aves alojadas o período de 10 meses ou 40 semanas.

Após terminado o período produtivo, o lote de aves é retirado e, na maioria dos casos, o lote é vendido para fábricas de caldo de galinha. O galpão passa por um processo de limpeza e desinfecção, ficando parado por dois meses. Após este período um lote novo de aves é trazido e retoma-se o processo.

Observou-se que, num período de 1 ano, o sistema de iluminação trabalha 10 meses, por esse motivo, na avaliação econômica e estatística, utilizou-se como referencial para comparação de custos de lote. No entanto, por motivo econômico, neste caso as avaliações foram até a 61ª semana de vida do plantel, ou seja, 37 semanas de coletas de dados, com início na 25ª semana até a 61, para implantação do novo sistema (VSO 70W) em toda a granja.

De modo a não prejudicar a produção, tomaram-se como base critérios importantes, além dos aspectos relacionados à eficiência dos novos sistemas de iluminação, fatores relacionados às necessidades mínimas para as aves de postura de ovos.

O índice mínimo de luminosidade (40 luxes) necessários para aves de postura em produção não foi reduzido, e desta maneira a configuração do novo sistema (espaçamento entre lâmpadas e altura de montagem) foi de tal forma a reproduzir um índice igual ou maior ao necessário.

As lâmpadas apresentaram boa reprodução de cor amarela, conforme informações coletadas em bibliografia especializada no assunto, pois se descobriu o comprimento de onda amarelo é o que mais estimula a ave a produzir ovos. É este o motivo pelo qual, até hoje, são usadas lâmpadas incandescentes.

Por essa razão este estudo foi dividido em três partes:

- a) Escolha dos sistemas de Iluminação ;
- b) Determinação da configuração dos novos sistemas;
- c) Montagem e avaliação técnica, estatística e econômica, para os novos sistemas de iluminação.

5.2.1 Escolha Sistema de Iluminação

Na escolha das lâmpadas, foi utilizado catálogo técnico de fabricantes. Como quesitos principais, foram exigidas três características básicas:

- a) Capacidade de reprodução de espectro de onda amarela igual ou superior a lâmpada incandescente convencional;
- b) Apresentar bom rendimento luminoso luméns/watts;
- c) Boa durabilidade, uma vez que a lâmpada incandescente, usualmente utilizada apresenta uma durabilidade muito baixa.

Considerou-se, também o custo de aquisição da lâmpada e a facilidade de manuseio da mesma, uma vez que, nesta granja, a cada 10 meses é realizada a troca de lote e desinfecção completa do galpão.

Levando-se em consideração as três características básicas, foram selecionadas as seguintes lâmpadas: fluorescente Ho 110 W, vapor mista 250W, vapor de vapor de sódio 70W.

Inicialmente objetivou-se a trabalhar com galpões de 12 x 100 m com sistema aberto, mas por motivo técnico, para melhor avaliar os resultados, resolveu-se apresentar o estudo onde as poedeiras foram mantidas em gaiolas (medindo 25 x 45 cm abrigando 2 galinhas cada) e em galpões de 3 x 100 m, o que ocorre na maioria das granjas desta região.

Foram utilizadas, 4.000 poedeiras da raça Hisex, alojadas em 4 galpões, abrigando cada um dos galpões 1000 poedeiras, medindo 3 metros de largura por 100 metros comprimento.

Em cada galpão utilizou-se um sistema de iluminação diferente, considerando:

- a) Tratamento 1, sistema de Iluminação Incandescente 100 W (T1);
- b) Tratamento 2, sistema de Iluminação Fluorescente HO 110 W (T2);
- c) Tratamento 3, sistema de Iluminação Vapor Mista 250 W (T3);
- d) Tratamento 4, sistema de Iluminação Vapor de Sódio 70W(T4).

5.2.2 – Determinação das Configurações dos Novos Sistemas

Após a escolha das lâmpadas, com auxílio de catálogos técnicos, iniciou-se a fase de estudos para determinação das configurações para os novos sistemas: número de lâmpadas, altura de montagem e distância entre lâmpadas. Os estudos foram feitos através de cálculos luminotécnicos.

O método luminotécnico empregado neste caso foi o da iluminação pelo método “Ponto a Ponto”. O iluminamento horizontal (E_h) ou vertical (E_v), considerando a fonte como puntiforme, varia na proporção inversa do quadrado da distância (d) da fonte de luz ao ponto iluminado.

E_h varia na proporção direta da intensidade luminosa na direção do ponto iluminado e na proporção direta do co-seno do ângulo formado entre a direção da intensidade do fluxo luminoso que atinge o ponto considerado e a reta que passa pela fonte luminosa e é perpendicular ao plano horizontal.

E_v , varia na proporção direta da intensidade luminosa na direção do ponto iluminado.

Sendo assim, o iluminamento (lux), foi calculado através da Equação (1) para iluminamento horizontal e pela Equação (2) para iluminamento vertical (NISKIER, 1996). Representada pela Figura 9

$$E_h = \frac{I\Phi \times \cos \Phi}{d^2} \quad (1)$$

$$E_v = \frac{I\Phi \times \sin \Phi}{d^2} \quad (2)$$

em que:

E_h = iluminamento horizontal, em lux.

E_v = iluminamento vertical, em lux.

- Intensidade luminosa calculada, através equação 3:

$$I\Phi = C\Phi \times n \times \varphi \quad (3)$$

$I\Phi$ = intensidade luminosa, em candelas (cd);

$C\Phi$ = valor em candelas/1000 lumens de acordo com curva de distribuição de intensidade, luminosas plano transversal e longitudinal para uma lâmpada. Representada pela Figura 1

N = quantidade de luminárias no ponto .

φ = Fluxo luminoso de cada lâmpada em lumens (lm)

- Altura da lâmpada em relação ao solo foi calculada, através equação 4:

$$H = \cos\Phi \times d \quad (4)$$

Φ = ângulo entre uma dada direção do fluxo luminoso e a vertical que passa pelo centro da lâmpada (o ângulo de radiação são fornecidos nos catálogos dos fabricantes);

- O ângulo de incidência Φ foi calculado através da Equação 5 :

$$\Phi = \arctg (R / H) \quad (5)$$

Em que:

R = indica distância do centro da lâmpada a abertura máxima do foco luminoso na horizontal;

H = altura da lâmpada em relação ao solo (vertical);

d = indica distancia do centro da lâmpada a abertura máxima do foco luminoso na vertical.

- Distância entre lâmpadas foi calculado através da Equação 6:

$$D = 2 \cdot H \cdot \tg \Phi \quad (6)$$

D = Distância entre lâmpadas, em metros;

As curvas representativas das intensidades luminosas expressas por candelas por 1000 lumens, de acordo com o ângulo de incidência Φ para cada lâmpada escolhida, foram retiradas dos catálogos técnicos de fabricantes.

Como a intensidade luminosa para tal tarefa já era conhecida (40 luxes), para a determinação do número de lâmpadas constituintes de cada sistema, trabalhou-se, com base nas curvas representativas da intensidade luminosa, principalmente sobre o ângulo de incidência Φ , de forma a determinar a altura de montagem e a distância entre lâmpadas. Obtendo para cada sistema, a quantidade de lâmpada para o galpão tomado como padrão (100x3 metros).

A partir desta metodologia e dos tipos de lâmpadas, escolheram-se, considerando o custo, limpeza do galpão e operacionalidade, 3 tipos de lâmpadas: Vapor de Sódio 70 W, Fluorescente HO 110 W e Vapor mista 250W.

Estes novos sistemas foram instalados, analisados e compararam-se seus resultados com o sistema antigo, formado por lâmpadas incandescentes 100W.

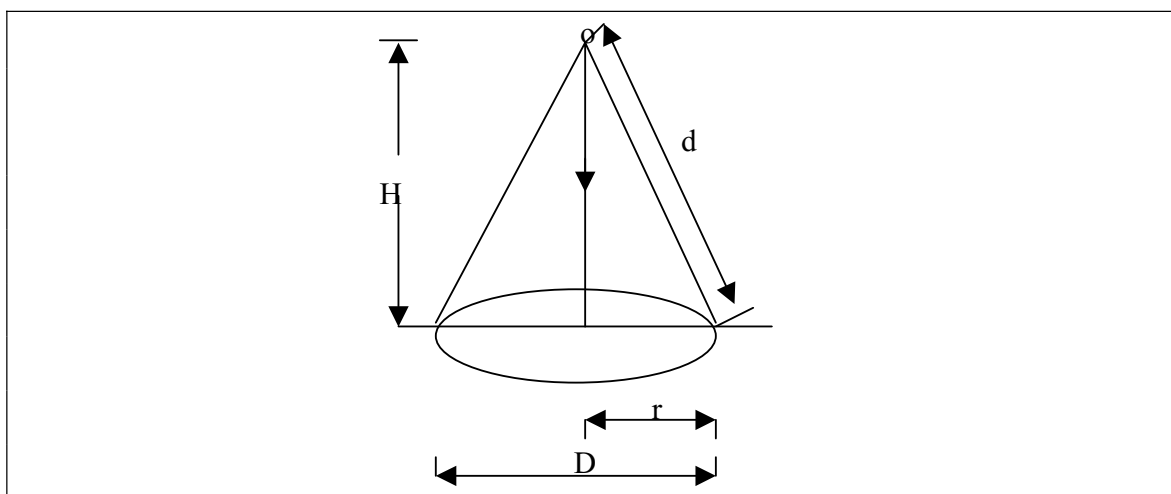


Figura 9 . Grandezas para cálculo Luminotécnico Ponto por Ponto. OSRAM, 2003

5.2.3 Avaliação técnica, estatística e econômica, para os novos sistemas de iluminação.

As avaliações técnica, estatística e econômica, tiveram o propósito de quantificar e comparar entre os sistemas novos e o sistema incandescente atual, durante um período de 37 semanas, dados de consumo de energia elétrica, queima de lâmpadas, fator de potência e o monitoramento da produção de ovos, de forma a avaliar possíveis quedas ocasionadas pela utilização de um outro sistema de iluminação .

5.2.4 Medição do Consumo de Energia Elétrica

As medições de consumo de energia elétrica foram feitas com o auxílio de um medidor/registrador de grandezas elétricas denominada RE-1000. Trata-se de um equipamento eletrônico portátil, totalmente estático, dotado de interface homem – máquina, mostrador, interface para comunicação serial, entradas de TC'S (transformadores de corrente) para medição de corrente, entrada direta para medição de tensão até 530 V e entrada para TP'S (transformadores de potenciais) para medições de média tensão. O equipamento é adequado a possibilitar a coleta e posterior análise dos dados registrados, através de microcomputador compatível com PC padrão IBM.

Sua exibição, em mostrador alfanumérico, é registrada em memória eletrônica das grandezas medidas (tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, potência aparente, energia ativa, energia reativa e fator de potência), em valores instantâneos, monofásicos e trifásicos. Possibilita programação de intervalos de registro de medida de 1 segundo, 1 minuto, 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos e 60 minutos, através do teclado do equipamento.

Exibe gráficos das tensões, correntes potências (W e Var) e fatores de potência, monofásicos ou trifásicos, isoladamente ou simultâneos por grandeza de mesma natureza, ou simultâneos por fase.

Nas medições dos sistemas de iluminação, o aparelho foi programado para integralizar dados de curvas de carga e valores de consumo de energia elétrica em intervalos de 5 minutos. O aparelho ficou instalado em cada galpão durante o período de 1 mês, que é o período de tempo utilizado pelas concessionárias de energia para medição e cobrança do consumo de energia elétrica. Utilizaram-se os valores obtidos para avaliar a eficiência energética de cada sistema e nas análises econômicas operacionais, auxiliando a determinação do sistema de iluminação mais econômico.

5.2.5 Dados de queima de lâmpadas

Esses dados serviram para uma avaliação da durabilidade de cada sistema. Não foram consideradas queimas ou não funcionamento inicial causado, por

problemas de fabricação, porque estas lâmpadas foram repostas sem custo por estarem na garantia do fabricante.

Os valores referentes à queima de lâmpadas foram utilizados na avaliação econômica operacional para estimar os gastos com reposição, de forma a compor o custo de operação por lote dos sistemas testados.

5.2.6 Análise Estatística

O dados de Produção de ovos, da população e da amostra, foram avaliados e tiveram o propósito de verificar possíveis reflexos negativos na produção.

Nessa avaliação, foram coletados dados semanais de produção para cada sistema. Os dados foram comparados com os dados de produção obtidos com o sistema incandescente.

Os dados de produção para o sistema incandescente foram fornecidos pela empresa com base nos históricos de produção. Foi realizada, para cada sistema de iluminação testado, a totalização da produção de ovos de maneira a obter um referencial de comparação ovo por ave alojada por lote, como também consumo de energia elétrica kWh/ovo.

Para análise estatística foram considerados dados da população e da amostra. Considerou-se:

- 1) População, 4.000 aves, todas em produção dos quatro galpões (Tratamentos) em avaliação;
- 2) Amostra – 40 aves, 10 de cada tratamento (galpões), escolhidas ao acaso (Bloco casualizado), e demarcadas no início do experimento. Durante o experimento foram realizadas 5 coletas (repetições) de 1 ovo de cada poedeira (10 poedeiras em cada tratamento), totalizando em cada tratamento 50 ovos (10 poedeira x 1 ovo de cada poedeira x 5 repetições);
- 3) cada galpão um tratamento (T1, T2, T3 e T4) e cada coleta como uma repetição objetivando o Teste Estatístico como inteiramente casualizado.

- 4) O total colhidos foram de 200 ovos (amostra) ou cinco repetições (coletas), portanto, cinco ovos de cada poedeira, multiplicado por dez poedeiras, multiplicado por quatro tratamentos.
- 5) As variáveis analisadas: de produção de ovos (un), tamanho do ovo (g), eficiência alimentar (kg/kg), Consumo energia elétrica (kWh)/ ovo .
- 6) Médias : a) M1T1 com média do tratamento do sistema de iluminação incandescente 100W ; b) M2T2 como média do tratamento do sistema de iluminação fluorescente HO 110 W; c) M3T3 como média do tratamento do sistema de iluminação Vapor Misto 250 W e d) M4T4 como média do tratamento do sistema de iluminação Vapor de Sódio 70 W As médias das variáveis analisadas de cada tratamento foram comparadas, através dos contrastes, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.
- 7) Contrastes (diferenças entre médias analisadas das variáveis):
 - 1°) (M1T1)- (M2T2); 2°) (M1T1)-(M3T3); 3°) M1T1-M4T4; 4°) M2T2-M3T3; 5°) M2T2-M4T4 e 6°) M3T3-M4T4

Esse método de análise estatística, conhecido na literatura como o Teste de Tukey (Hoffman, 2001), baseado na amplitude total estudentizada, utilizado para comprar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos. Nesse estudo há 4 tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e 6 contrastes (diferenças entre médias) distintos em cada variável analisada . Calculado pela seguinte expressão(equação7):

$$\Delta = q \cdot \sqrt{S^2/n} \quad (7)$$

Em que:

Δ = valor de significância (qualquer valor acima, será significativo ao nível de 5% de probabilidade)

Q= amplitude $\alpha = 0,05$, depende de K , n e V, neste caso $q = 3,96$

K = número de linhas, tratamentos ($k = 4$)

N= colunas elementos, repetições ($n = 5$)

$V = k(n-1)$ = graus de liberdade da estimativa S^2 (variação do resíduo); $V = 4.(5-1)=16$

S^2 = variação do resíduo, calculado através análise de variância.

5.2.7 Análise Econômica

A análise econômica de viabilidade de um empreendimento não pode deixar de considerar o valor do dinheiro no tempo, que é desenvolvida comparando-se o somatório de fluxos de juros correspondente ao uso do capital (VAL), (Woiler , 1987).

Para os cálculos tomaram-se, como dados iniciais, os seguintes valores: Custo de Implantação de cada sistema por ponto; custo do consumo de energia elétrica mensal medido e do consumo estimado por lote; período de trabalho em horas por dia; potência de cada lâmpada; vida útil da lâmpada, para calculo de gastos com reposição.

5.2.7.1 Determinação dos Custos de Investimentos, Operacionais e Análise Financeira

Foram calculados através:

- a) Custo de Investimento: Foi o somatório dos custos de aquisição de todos os equipamentos que compõem o sistema de iluminação, lâmpadas, luminárias, reatores, transformadores, ignitores acrescidos dos custos de mão de obra. A fiação não entrou nos custos pois foram utilizados os mesmos que já estavam nos galpões . Gastos em: Lâmpadas, Luminárias e acessórios, instalação (OSRAM, 2003). Calculado através da equação 8.

O custo de implantação (custo de Investimento) de cada sistema, por ponto, já considera os custos com equipamentos para acionamento, tais como reatores, ignitores e suportes.

$$C_i = C_e + C_{moi} \quad (8)$$

C_i = Custo implantação

C_e = custos equipamentos (reatores+ignitores+suportes)

C_{moi} = Custos de mão de obra implantação

- b) Custo Operacional: Foi o somatório de todos os custos apresentados após a completa instalação dos sistemas de Iluminação, concentrados nos custos de manutenção das condições luminotécnicas dos sistemas de iluminação e os custos de energia consumida. Gastos em: consumo de energia, reposição de lâmpadas e mão de obra (OSRAM, 2003). Calculado através da equação 9

$$Co = Cel + RI + Cmom \quad (9)$$

Co = Custo Operacional

Cel = Consumo de energia por lote

RI = Reposição de Lâmpadas

Cmom = Mão de obra de manutenção

O custo de energia por lote (Cel) foi obtido multiplicando-se o consumo total estimado (Cte) pelo valor da tarifa (Vf) vigente no período em que foi realizado o estudo. Calculado através da equação 10

$$Cel = Cte \cdot Vt \quad (10)$$

Cel = Custo energia/lote

Cte = consumo total estimado

Vt = valor da tarifa

O número de lotes (NI) que cada sistema atende, foi calculado com base na durabilidade da lâmpada (DI), informada pelo catálogos de fabricantes, realizando-se a divisão do número de horas da durabilidade (Nhdl) de cada sistema pelo número de horas de funcionamento do sistema em um lote (Nhfs). Calculado através da equação 11.

$$NI = Nhdl / Nhfs \quad (11)$$

NI = Número lotes

Nhdl = número horas de durabilidade lâmpada

Nhfs = número horas funcionamento do sistema em um lote.

A economia obtida, por lote, (Eol) corresponde à economia anual e considera-se o custo evitado com energia elétrica (Cee), somando-se aos gastos evitados com substituição de lâmpadas com o sistema incandescente (Gelinc). Calculado através da equação 12

$$Eol = Cee + Gelinc \quad (12)$$

Eol = Economia obtida/lote

Cee = custo evitado com energia elétrica

Gelinc = gastos evitados com substituição de lâmpadas com o sistema incandescente.

O custo mensal de manutenção das lâmpadas (Cmml) englobou o custo de aquisição de novas unidades (Cnu) e o custo da mão de obra necessária a executar a manutenção (Cmom). Esse custo resultou da soma das horas mensais de utilização das lâmpada dividida pela sua vida útil (OSRAM, 2003). Calculado através da equação 13

$$Cmml = Cnu + Cmom \quad (13)$$

Cmml = Custo mensal de manutenção das lâmpadas

Cnu = custo de aquisição de novas unidades

Cmom = custo da mão de obra manutenção (horas mensais de utilização lâmpada/ vida útil)

O quociente que assim se obteve, informou o número de lâmpadas que foram repostas, e seu valor foi multiplicado pelo preço da lâmpada nova. Já o custo da mão de obra para realizar essa reposição foi dado em função da remuneração por hora de trabalho do respectivo profissional (OSRAM, 2003).

O fator decisivo no custo operacional foi o custo de energia elétrica, que correspondeu à Potência Total instalada (Pt), multiplicada pelas horas de uso mensal e pelo preço do kWh. Ao se optar por um sistema de iluminação mais eficiente, este custo sofre substancial redução, (OSRAM, 2003), o qual foi registrado pelo aparelho de medição RE 1000. Calculado através da equação 14

$$Co = Cel \cdot Hum \cdot Vt \quad (14)$$

Co =Custo operacional

Cel = custo energia elétrica por lote (Pt)

Hum = horas uso mensal

Vt = preço do kWh.

Foram necessários os seguintes dados iniciais . Tabela 1

Tabela 1 Dados iniciais para cálculo dos Custos Operacionais e Análise Financeira de viabilidade. Empresa de Eletricidade Rede .. OSRAM, 2003.

ITENS	Incandescente	Fluorescente	Vapor Mista	Vapor Sódio
	100 W	HO 110 W	250 W	70W
Valor da lâmpada (R\$)	1,5	31	15	50
Quantidade de lâmpada utilizada	33	16	8	17
Investimento total em equipamentos	49.50	496.00	411.56	250.41
Custo Médio da energia (R\$/kWh) .	0,17319	0,17319	0,17319	0,17319
Vida útil da lâmpada (h)	1000	7500	6000	16000
Vida Útil de um lote de Aves (Meses)	10	10	10	10
Tempo de iluminação artificial por lote (h)	2100	2100	2100	2100

5.2.7.2 Determinação da Potência Instalada

Além da quantidade de lâmpadas e luminárias, bem como do nível de iluminância, foi imprescindível a determinação da potência da instalação, para se avaliarem os custos com energia e assim desenvolver-se um estudo de rentabilidade entre os sistemas de iluminação apresentados. O valor da Potência por m² é um índice que indica projetos luminotécnicos mais econômicos.

Potência Total Instalada, símbolo: Pt, unidade KW, é o somatório da potência de todos os aparelhos instalados na iluminação. É a potência da lâmpada, multiplicada pela quantidade de unidades utilizadas (n), somando à potência consumida de todos os reatores e/ou ignitores. Os catálogos dos fabricantes, contém dados orientativos referentes as perdas dos equipamentos auxiliares (em Watts) para as respectivas lâmpadas.

Uma vez que os valores resultantes são elevados, a Potência total instalada é expressa em quilowatts, aplicando-se portanto o quociente 1000 na equação 15 (OSRAM, 2003)

$$\underline{Pt} = \frac{N \cdot w}{1000} \quad (15)$$

Valores de carga instalada, consumo de energia elétrica e economia obtida em relação ao padrão, foram comparados entre os quatro sistemas de iluminação, incandescente, Fluorescente, Vapor Mista, Vapor de Sódio, considerando as seguintes variáveis:

- a) produção ovos/lote - total produção no período de 10 meses (período de duração do lote);
- b) percentual em relação a carga total instalada - valor da carga total instalada para sistema incandescente em relação ao novo sistema de iluminação;
- c) consumo mensal registrado (kWh/lote) – consumo registrado pelo RE-1000 de cada sistema;
- d) Consumo total estimado (kWh/lote) – consumo de energia elétrica, registrado pelo RE 1000, mensal multiplicado pelo período de duração do lote (10 meses);
- e) consumo energia/ovo (Wh/ovo/lote) – consumo de energia elétrica em Wh total dividido pela produção total de ovos no período (lote 10 meses) ;
- f) Percentual Economia Obtida em relação ao Sistema Padrão – relação percentual da economia de energia elétrica obtida comparando-se ao sistema incandescente 100W (padrão);
- g) Rendimento relativo (comparação) dos outros sistemas em relação ao Vapor de Sódio 70 W.

5.2.7.3 Viabilidade Econômica – Cálculo do Valor Atual Líquido

Esse método de análise, conhecido na literatura como o método do valor atual líquido (Woiler, 1987), resume-se na soma algébrica dos fluxos de fundo descontado por uma taxa determinada. O valor atual líquido (VAL) foi calculado pela seguinte expressão:

$$VAL = I + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} \quad (16)$$

Em que :

I = Investimento inicial

R = Renda líquida por período;

i = Taxa de desconto;

n = vida útil do empreendimento.

O critério de decisão consistiu em admitir como viável o projeto cuja soma do fluxo de capital ou VAL foi positivo e em rejeitar aquele para o qual o valor fosse negativo. No caso dos sistemas de iluminação, o investimento inicial foi o custo de implantação e a renda líquida foi a energia economizada ou o consumo evitado. O Valor líquido dependeu do tempo de funcionamento, do preço da energia elétrica e da vida útil do sistema.

Neste caso, a equação para o VAL foi escrita da seguinte maneira:

$$VAL = I_{(inicial)} - I_{(nv)} + \sum_{j=1}^n \frac{C_{inej} - C_{nvj}}{(1 + i)^j} \quad (17)$$

Em que:

VAL = Valor Atual Líquido (R\$)

I (inicial) = Custo de instalação do sistema de iluminação incandescente (R\$)

Inv = Custo de implantação para o novo sistema (R\$)

Cinc= Custo do consumo anual (lote) de energia do sistema incandescente (R\$)

Cnv= Custo do consumo anual (lote) de energia elétrica para o novo sistema (R\$)

i = Taxa anual de juros;

n = Vida útil do novo sistema, em anos (lotes 10 meses).

Quanto maior o resultado de VAL, mais viável se tornou o projeto. A melhor alternativa foi aquela que apresentou a soma dos fluxos de caixa mais elevado no período em análise e que o retorno fosse igual ou superior ao investimento inicial.

Para complementar a análise financeira, analisamos o tempo de retorno e a taxa de custo/benefício. Quanto menor o tempo de retorno e maior fosse a relação custo/benefício, mais atraente tornou-se o investimento.

5.2.7.4 Tempo de Retorno do Investimento, relação Custo Benefício

O tempo de retorno foi obtido dividindo-se o investimento pela margem líquida. Nesse caso, utilizou-se a seguinte equação (Woiler, 1987):

$$TR = \frac{[(1/i) - (CT/GM)] + i}{(1 + i)} \quad (18)$$

em que:

TR = tempo de retorno, em meses;

i = taxa anual de juros (%)

CT = Custo total de implantação (R\$) novo sistema (**Custo**)

GM = ganho mensal ou economia obtida (R\$) (**Benefício**)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Valores de consumo de energia elétrica

Os valores de consumo mensal de energia elétrica para os sistemas de iluminação, medidos através do medidor registrador de grandezas elétrica RE 1000, bem como os valores de demanda e fator de potência, encontram-se ilustrados no Quadro 7.

QUADRO 7 – Valores medidos de consumo de energia elétrica para os sistemas de iluminação em avaliação e o sistema padrão.

Sistemas	Incandescente 100 W	Fluorescente HO 110 W	Vapor Misto 250 W	Vapor Sódio 70 W
Consumo mensal medido (kWh)	670,92	349,68	411,56	250,41
Demanda Máxima registrada (KW)	3,28	1,76	2,03	1,15
Fator de potência Médio registrado	0,99	0,83		0,93
Economia relativa ao Padrão		48%	39%	63%
Qt lâmpadas	33	16	8	17
Potência W/lâmpada	100	110	250	70

Em uma análise preliminar, pode-se observar que o sistema de iluminação Vapor de Sódio 70W, em comparação com os demais sistemas, apresentou um

menor consumo de energia elétrica, assim como apresentou um menor valor de demanda que, neste caso, corresponde à carga instalada em iluminação.

O sistema incandescente, comumente utilizado, apresentou um consumo quase três vezes maior que a lâmpada Vapor de Sódio e o dobro do sistema Fluorescente. Representada Figura 10

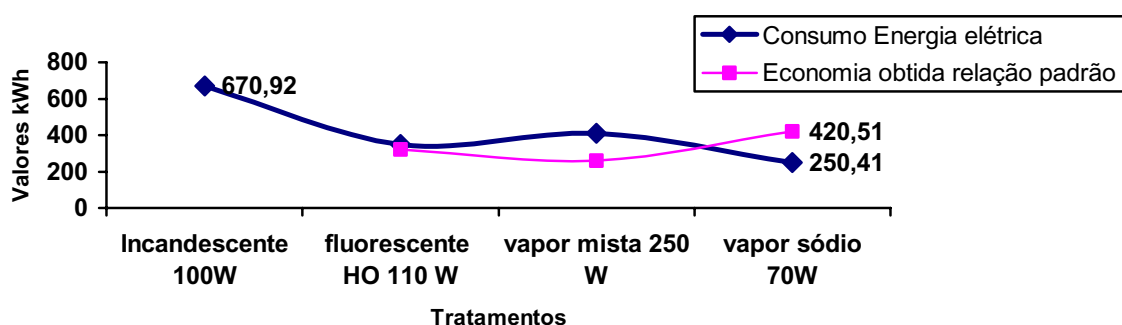


Figura 10 - Valores de consumo e economia de energia elétrica

O sistema com lâmpada Mista apresentou também uma boa eficiência com baixo consumo. Não se pode realizar uma avaliação completa dos sistemas, seja técnica ou econômica, somente com base no consumo de energia elétrica. Foi necessário avaliar ainda a durabilidade, o custo de implantação e também a facilidade de manuseio do sistema.

Nos valores encontrados para o fator de potência, que mede a eficiência da utilização da energia para produção de trabalho útil, verifica-se que quase todos os sistemas apresentaram um valor dentro do mínimo estabelecido pela legislação de energia elétrica, inclusive o Incandescente, que apresentou um fator de potência próximo a um (0,99). Isso se deve ao fato que nesse tipo de lâmpada o dispositivo utilizado para produzir luz é um filamento, que consiste em uma simples resistência.

O baixo fator de potência, apresentado pelo sistema Fluorescente (0,83), se deve ao fato de estar sendo utilizado um reator de baixo fator de potência. Nesse caso, foi corrigido, trocando por reatores de alto fator de potência. O problema, também, poderia ser resolvido com a instalação de um pequeno capacitor acoplado ao reator.

No caso do sistema Vapor de Sódio, o fator de potência (0,93) se manteve dentro do limite aceitável devido à instalação, em cada conjunto de iluminação,

de um pequeno capacitor. Nesse caso também poderia ser utilizado um reator de alto fator de potência, o que evitaria a utilização de mais um dispositivo (Capacitor). No sistema Vapor de Sódio, montado para teste neste trabalho, o sistema de acionamento da lâmpada foi composto por três peças: reator de uso externo, capacitor e ignitor embutidos, o qual é empregado em iluminação pública.

Outro aspecto importante em manter um bom nível do fator de potência está relacionado com a economia de material nas instalações elétricas, já que o aumento do fator de potência implica a redução da corrente aparente, o que permite a redução da bitola de condutores e da capacidade das proteções, com significativa redução no custo de material.

Nesse caso, como se estudava sistemas de iluminação para substituição de lâmpadas incandescente em granjas de postura de ovos comerciais, não foram computados custos com fiação em função do fator de potência, uma vez que será reaproveitada a mesma já existente, somente sendo instalados os conjuntos de iluminação novos. Em caso de implantação em galpão novo este custo deve ser computado.

A partir dos valores de demanda de energia elétrica para um dia típico, obtidos com o aparelho registrador pode-se confeccionar a curva característica diária do sistema de iluminação em granjas de postura de ovos comerciais . A Figura 11 ilustra estas curvas para cada sistema .

Analisando as curvas apresentadas, verifica-se que, normalmente, os sistemas de iluminação são utilizados 2 vezes ao dia, pela manhã e à tarde, totalizando 7 horas de funcionamento por dia. Com base nos dados obtidos com o registrador RE – 1000, verificou-se que esta curva é cíclica, repetindo-se diariamente, respeitando-se sempre o mesmo horário de funcionamento.

O gráfico da figura 11 permite visualizar a grande diferença existente de potência instalada entre os sistemas de iluminação novos e o sistema incandescente. Nota-se que a eficiência desse sistema é relativamente baixa, motivo pelo qual apresentou uma maior demanda para produzir a mesma quantidade de luz que os demais sistemas.

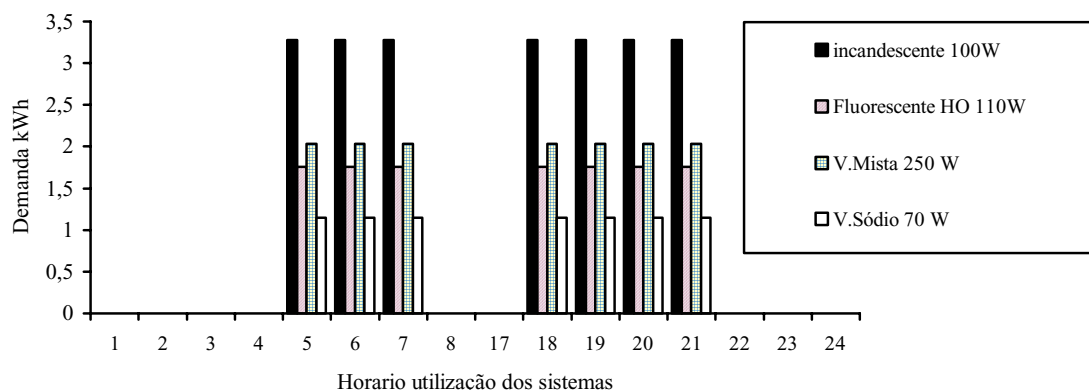


Figura 11 – Curvas características diárias de carga para os sistemas de iluminação avaliados

6.2 Durabilidade das lâmpadas

No período de avaliação, para os novos sistemas em teste não se verificou nenhuma queima de lâmpada. Já para o sistema incandescente, no mesmo período, foi registrada a queima de 40 lâmpadas, portanto, um reinvestimento da ordem de 121% em relação ao investimento inicial.

Como os diferentes valores de durabilidade especificados pelos fabricantes, para os sistemas em testes, são superiores a um ano, conforme Quadro 8, para uma melhor análise deste item seria necessário um tempo de testagem maior.

QUADRO 8 – Valores estimados de durabilidade para cada sistema.

Sistema	Durabilidade estimada (anos)
Fluorescente HO 110 W	5.56
Vapor Mista 250 W	3.70
Vapor de Sódio	7.41
Incandescente 100 W	0.46

A lâmpada Vapor de Sódio, com base na estimativa, é aquela que apresenta a maior durabilidade de 7,41 anos. Para lâmpada incandescente, a vida útil estimada foi de 0,46 anos, mas, com base nos dados coletados no período de análise de 37 semanas foi verificado que a durabilidade real situou-se abaixo deste valor.

A durabilidade foi um fator importante, principalmente na análise econômica, pois a queima de lâmpadas e/ou componentes do sistema de iluminação fez aumentar os custos operacionais devido aos gastos com reposição (ver Figura 12).

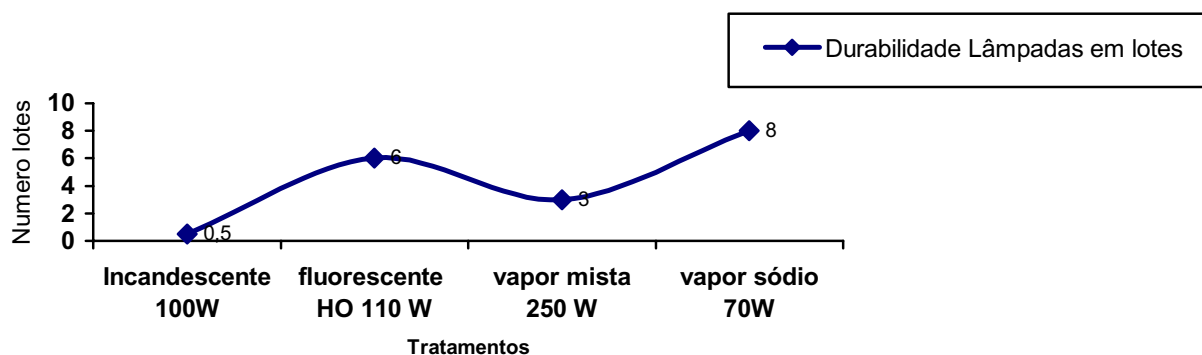


Figura 12 - Durabilidade das Lâmpadas em número lotes

6.3 Produção de ovos

Os dados semanais de produção de ovos, para cada sistema de iluminação, encontram-se no Quadro 9, discriminando:

- a) a idade das poedeiras por: dias, meses e semanas . No início da produção as poedeiras apresentavam 175 dias (5,8 meses ou 25 semanas) de vida. No final da produção as poedeiras apresentavam 427 dias (14,2 meses ou 61 semanas) de vida;
- b) produção por sistema de iluminação, apresentando quantidade de ovos produzidos a cada semana.
- c) VI%, VF%, VM% e VS%, são índices de variação semanal da produção , determinando o acréscimo ou decréscimo em relação a semana anterior. VI% índice de variação semanal da produção do sistema de iluminação Incandescente 100W; VF% índice de variação semanal da produção do sistema de iluminação fluorescente HO 110W, VM% índice de variação semanal da produção do sistema de iluminação vapor misto 250W e VS% índice de variação semanal da produção do sistema de iluminação vapor de sódio 70W.
- d) O sistema de iluminação Padrão (incandescente 100W) apresentou um crescimento de produção da 25^a a 32^a, onde se considera o pico de produção, da 32^a até a 61^a semana

- a produção sofreu uma redução gradativa de acordo com os índices VI %. Totalizando uma produção de 157.194 ovos.
- e) O sistema de iluminação Fluorescente HO 110 W. apresentou um crescimento de produção da 25^a a 31^a, onde se considera o pico de produção, da 31^a até a 61^a semana a produção sofreu uma redução gradativa de acordo com os índices VF %. Totalizando uma produção de 160.384 ovos.
- f) Os sistemas de iluminação Vapor mista 250 W e Vapor Sódio 70W apresentaram um crescimento de produção da 25^a a 29^a, onde se considera o pico de produção, da 29^a até a 61^a semana a produção sofreu uma redução gradativa de acordo com os índices VM % e VS%. Totalizando uma produção de 158.751 e 162.611 ovos, respectivamente.

QUADRO 9 Produção semanal de ovos para os Sistemas de Iluminação em avaliação

IDADE POEDEIRAS			PRODUÇÃO POR SISTEMA DE ILUMINAÇÃO							
Dias	Meses	Semanas	Padrão	VI%	Fluorescente	VF%	V.Mista	VM%-	V.Sódio	VS%
175	5,8	25	1011	0	785	0	918	0	1369	0
182	6,1	26	2288	126	2233	184	2885	214	3292	140,5
189	6,3	27	3357	46,8	3709	66	4551	58	4714	43,2
196	6,5	28	4288	27,7	4803	29	5259	16	5396	14,46
203	6,8	29	4949	15,4	5380	12	5437	3,4	5607	3,911
210	7,0	30	5204	5,1	5622	4,5	5414	-0	5573	-0,6
217	7,2	31	5359	3,0	5669	0,8	5316	-2	5548	-0,45
224	7,5	32	5448	1,7	5640	-1	5375	1,1	5467	-1,45
231	7,7	33	5436	-0,2	5602	-1	5291	-2	5425	-0,78
238	7,9	34	5292	-2,6	5624	0,4	5225	-1	5279	-2,69
245	8,2	35	5215	-1,5	5547	-1	5234	0,2	5198	-1,54
252	8,4	36	5138	-1,5	5320	-4	5149	-2	5075	-2,35
259	8,6	37	5061	-1,5	5247	-1	5037	-2	5036	-0,77
266	8,9	38	4984	-1,5	5231	-0	4984	-1	4998	-0,77
273	9,1	39	4908	-1,5	5066	-3	4895	-2	4868	-2,6
280	9,3	40	4832	-1,6	5012	-1	4826	-1	4795	-1,51
287	9,6	41	4756	-1,6	4861	-3	4628	-4	4733	-1,28
294	9,8	42	4681	-1,6	4737	-3	4623	-0	4683	-1,06
301	10,0	43	4612	-1,5	4739	0	4525	-2	4593	-1,92
308	10,3	44	4531	-1,8	4648	-2	4439	-2	4497	-2,09
315	10,5	45	4456	-1,6	4507	-3	4405	-1	4441	-1,26
322	10,7	46	4382	-1,7	4457	-1	4364	-1	4320	-2,72
329	11,0	47	4308	-1,7	4439	-0	4329	-1	4300	-0,44
336	11,2	48	4234	-1,7	4319	-3	4300	-1	4258	-0,99
343	11,4	49	4158	-1,8	4216	-2	4188	-3	4131	-2,99
350	11,7	50	4088	-1,7	4131	-2	4092	-2	4123	-0,19
357	11,9	51	4015	-1,8	4075	-1	3992	-2	4107	-0,37
364	12,1	52	3942	-1,8	3969	-3	3967	-1	3960	-3,59
371	12,4	53	3870	-1,8	3827	-4	3896	-2	3947	-0,32

378	12,6	54	3798	-1,9	3743	-2	3761	-3	3889	-1,47
385	12,8	55	3726	-1,9	3631	-3	3619	-4	3816	-1,86
392	13,1	56	3655	-1,9	3571	-2	3537	-2	3706	-2,9
399	13,3	57	3584	-1,9	3444	-4	3466	-2	3643	-1,68
406	13,5	58	3513	-2,0	3265	-5	3318	-4	3565	-2,14
413	13,8	59	3442	-2,0	3194	-2	3107	-6	3529	-1,02
420	14,0	60	3372	-2,0	3101	-3	3238	4,2	3427	-2,91
427	14,2	61	3302	-2,1	3021	-3	3161	-2	3304	-3,58
Total			157194		160384		158751		162611	

As curvas de produção de ovos obtidas para os sistemas de iluminação vapor de sódio 70W e incandescente 100 W (padrão), com base nos dados do Quadro 9, estão ilustradas no gráfico da Figura 13 , onde temos a produção de ovos em unidades para cada semana de produção.

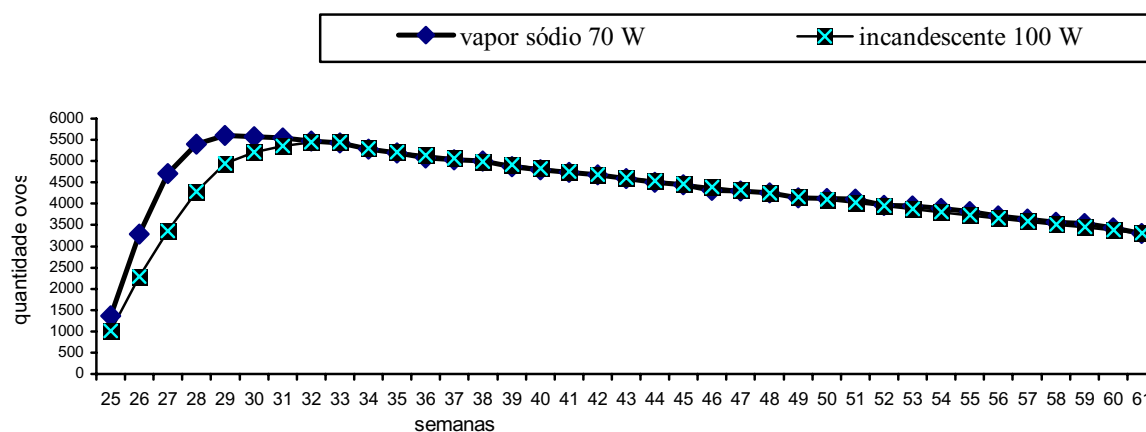


Figura 13 – Curva de produção semanal de ovos para os sistemas avaliados
(produção: início 25ª; final 61ª)

Em todas as curvas de produção de ovos obtidas, se observa haver um pico entre a 29ª e 32ª semanas; após este período, a produção de ovos começa a decrescer até 61ª semana, quando o período produtivo da ave é encerrado. Confirmando os dados obtidos, na literatura, que diz: iniciada a postura a produção de ovos é crescente até a 33ª semana, onde considera-se como um pico máximo de produção, após esse período,

até 66^a a produção de ovos começa a cair gradativamente; após a 66^a semana a produção cai bruscamente, não sendo mais viável economicamente manter a ave em produção.

6.4 Avaliação Técnica, Estatística e Econômica, para Novos Sistemas de Iluminação.

Neste item analisaram-se, com base nos dados obtidos, tanto a viabilidade técnica quanto a estatística e econômica na utilização dos sistemas testados, com o propósito de quantificar e comparar, como também se aponta qual é o mais eficiente e vantajoso para substituir o sistema incandescente. Durante um período de 37 semanas, foram colhidos dados de consumo de energia elétrica, queima de lâmpadas, fator de potência e o monitoramento da produção de ovos, de forma a avaliar possíveis quedas ocasionadas pela utilização de um outro tipo de lâmpada.

6.4.1 Análise Estatística

O dados apurados de Produção de ovos dos novos sistemas de iluminação, da população e da amostra, foram avaliados e confirmados que não tiveram reflexos negativos na comparação com o sistema padrão (incandescente 100W).

Os resultados da análise Estatística de Produção ovos, consumo de ração, custo e consumo de energia elétrica, relacionados às poedeiras que compõem a População (4.000 aves), onde foram utilizados quatro sistemas de iluminação, encontram-se no Quadro 10.

QUADRO 10 Resultados da análise Estatística de Produção ovos, consumo de ração, custo e consumo de energia elétrica relacionados às poedeiras que compõem a População (4.000 aves)

Dados Estatístico da População	Tratamento 1 Incandescente 100 W	Tratamento 2 Fluorescente HO 110W	Tratamento 3 Vapor Mista 250W	Tratamento 4 Vapor de Sódio 70 W
Aves do lote	1000	1000	1000	1000

Produção de Ovos

Total ovos do lote	157194	160384	158751	162611
Ovos/ave	157	160	159	163
Média semanal ovos/ave	4,25	4,33	4,29	4,39

Consumo de ração (kg)

Por dúzia de ovos	(Kg/DZ.)	2,16	2,14	2,15	2,08
Por ovo	(Kg/ovo)	0,1797	0,1783	0,1788	0,1731

Custo de Energia elétrica

Total do lote	(\$/lote)	R\$	1.140,56	R\$	594,46	R\$	699,65	R\$	425,70
Por dúzia de ovo	(\$/DZ.)	R\$	0,09	R\$	0,04	R\$	0,05	R\$	0,03

Consumo de energia elétrica (kWh)

Total	(kWh/ lote)	6709	3497	4116	2505
Dúzia de ovos	(Wh/Dz.)	512	262	311	185
Ovo	(Wh/ovo)	42.66	21.83	25.91	15.41

Verifica-se, através do Quadro 10, que foram utilizados 1000 poedeiras e 4 tratamentos, o qual discrimina:

- 1) produção de ovos por tratamento: T1, T2, T3 e T4 apresentaram um total de 157.194, 160.384, 158.751 e 162.611 ovos e media semanal por ave de 4.25, 4.33, 4.29 e 4.39, respectivamente.
- 2) Consumo de ração em kg para produção de ovos: Tratamento 1, T2, T3 e T4, foram necessários um total de 2,16, 2.14, 2.15 e 2.08 Kg de ração para produzir uma dúzia de ovos, portanto para produzir um ovo foram necessários 0.01783, 0,01797, 0.01783 e 0.01731 kg de ração, respectivamente.
- 3) Custo de Energia elétrica (R\$) para produção de ovos
 - a) Tratamento 1: O custo total de energia elétrica foi R\$ 1.140.56, para produzir 157194 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos os custos foram de R\$ 0.09;
 - b) Tratamento 2: O custo total de energia elétrica foi R\$ 594.46, para produzir 160384 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos os custos foram de R\$ 0.04 ;
 - c) Tratamento 3: O custo total de energia elétrica foi R\$ 699.65, para produzir 158751 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos os custos foram de R\$ 0.05
 - d) Tratamento 4: O custo total de energia elétrica foi R\$ 425.70, para produzir 162611 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos os custos foram de R\$0.03
- 4) Consumo de Energia elétrica (kWh) para produção de ovos
 - a) Tratamento 1: O consumo total de energia elétrica foi 6709 kWh, para produzir 157194 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos foram gastos 512 Wh e para produzir um ovo 42.66 Wh;
 - b) Tratamento 2: O consumo total de energia elétrica foi 3497 kWh, para produzir 160384 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos foram gastos 262 Wh e para produzir um ovo 21.83 Wh;
 - c) Tratamento 3: O consumo total de energia elétrica foi 4116 kWh, para produzir 158751 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos foram gastos 311 Wh e para produzir um ovo 25.91 Wh;
 - d) Tratamento 4: O consumo total de energia elétrica foi 2505 kWh, para produzir 162611 ovos, portanto para produzir uma dúzia de ovos foram gastos 185 Wh e para produzir um ovo 15.41 Wh;

Os resultados dos novos sistemas apresentaram aumentos na produção de ovos em relação ao sistema incandescente 100 W, nas primeiras semanas do período produtivo da ave. Após as semanas iniciais, a produção de ovos para os sistemas novos, tendeu a estabilizar-se, acompanhando a curva padrão.

Através dos dados da Quadro 10, se verificaram que a produção de ovos por aves alojadas por lote, para os sistemas em teste, foi superior ao padrão (157 ovos/ave). As diferenças foram, um pouco mais acentuadas, para os sistemas Vapor de Sódio (163 ovos/ave) e Fluorescente (160 ovos/ave), com 6 e 3 ovos a mais por ave alojada, respectivamente.

Os resultados das amostras coletadas (50 ovos) de cada tratamento (T1, T2, T3 e T4) para análise Estatística das variáveis: da produção de ovos (un), tamanho do ovo (peso g), eficiência alimentar (kg/Kg) e consumo de energia elétrica (KWH); inclusive as médias de tratamentos que foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade encontram-se no Quadro 11.

QUADRO 11 – Resultados da análise Estatística das amostras coletadas (50 ovos) dos tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

	Tratamento 1 Incandescente 100 W	Tratamento 2 Fluorescente 110W	Tratamento 3 Vapor Mista 250W	Tratamento 4 Vapor Sódio 70W
Dados Estatísticos da Amostra 40 aves				
Coletas ovos da amostra (Repetições)				
A-Qt ovos/poedeira	1	1	1	1
B-Qt. Poedeiras	10	10	10	10
C-Total ovos /repetições (A.B)	10	10	10	10
D-Número de repetições (n)	5	5	5	5
Total ovos coletados amostras (C.D)	50	50	50	50
Médias das variáveis nas coletas (repetições)				
Conversão Alimentar – Kg ração/dúzias ovos	1,96	1,87	1,89	1,89
Conversão Alimentar – kg ração/1kg ovo	3,053	2,940	3,000	2,944
Peso do Ovo (g)	53,5	53	52,5	53,5
Consumo energia elétrica/dz. Ovos (Wh)	512	262	311	185
Consumo energia elétrica/ ovo	42.66	21.83	25.91	15.41
Produção de ovos/ave	157	160	159	163
Contrastes das médias em relação ao sistema incandescente ao nível de- 5% Significância- Teste Tukey				
Conversão - Kg ração/dúzias ovos		4,59%	3,57%	3,57%
Conversão - kg ração/1kg ovo		3,69%	1,73%	3,57%
Peso do Ovo (g)		0,93%	1,87%	0,00%
Produção de ovos/ave		1,91%	1,27%	3,82%
Consumo energia elétrica/ ovo (Wh)		48,92%	39,26%	63,91%

A amostra experimental, foi composta de 10 poedeiras em cada tratamento (T1, T2, T3 e T4), perfazendo um total de 40 poedeiras, o Quadro 11 discrimina os seguintes Resultados:

- 1) Coletas de ovos da amostra (40 poedeiras): foi coletado 1 ovo de cada poedeira em cinco repetições, portanto coletaram-se 50 ovos de cada tratamento, perfazendo um total na amostra de 200 ovos, somando-se todas as coletas do experimento;
- 2) Médias das variáveis nas coletas (Repetições), dos ovos, verificaram-se :
 - a) Conversão Alimentar – Kg ração/dúzia ovos - foi a ração consumida pelas poedeiras da amostra (40) para produzir uma dúzia de ovos. Os Tratamentos Incandescente 100 W (T1), Fluorescente HO 110 W (T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), consumiram em média, 1.96, 1.87, 1.89 e 1.89 Kg, respectivamente.
 - b) Conversão Alimentar – Kg ração/ 1 Kg ovo - foi a ração consumida pelas poedeiras da amostra (40) para produzir um quilo de ovo. Os Tratamentos Incandescente 100 W (T1), Fluorescente HO 110 W (T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), consumiram em média, 3.053, 2.940, 3.000 e 2.944 Kg, respectivamente.
 - c) Peso do Ovo (g) – foi realizado a pesagem, individual, dos ovos por Tratamento em cada coleta. Os Tratamentos Incandescente 100 W (T1), Fluorescente HO 110 W (T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), apresentaram pesos médios, 53,5; 53.00; 52.5 e 53,5 g, respectivamente.
 - d) Consumo de energia elétrica/dz. ovos (Wh) – foi o consumo de energia elétrica registrado pelo RE-1000, estimado para uma dúzia de ovos. Os Tratamentos Incandescente 100 W (T1), Fluorescente HO 110 W (T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), apresentaram o consumo médios, 512; 262; 311 e 185 Wh, respectivamente.
 - e) Consumo de energia elétrica/Ovo - foi o consumo de energia elétrica registrado pelo RE-1000, estimado para um ovo. Os Tratamentos Incandescente 100 W (T1), Fluorescente HO 110 W (T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), apresentaram consumo médios de, 42.66; 21.83; 25.91 e 15.41 Wh, respectivamente.
 - f) Produção de ovos/ave - foi a produção registrada de cada poedeira na amostra durante o experimento. Os Tratamentos Incandescente 100 W (T1), Fluorescente HO 110 W

(T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), apresentaram produção médias, 157; 160; 159 e 163 ovos por ave, respectivamente.

- 3) Contrastes das Médias em relação ao sistema incandescente 100W (padrão) – Teste Tukey ao nível 5% Significância – verificaram-se:
 - a) Conversão Alimentar – Kg ração/dúzias ovos - foram registrados os contrastes das médias da ração consumida pelas poedeiras da amostra para produzir uma dúzia de ovos e comparados com o sistema incandescente 100W (padrão) ao nível de 5% de significância através do teste Tukey . Os Tratamentos Fluorescente HO 110 W (T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), apresentaram os seguintes contrastes (resultados) percentuais de significância, 4.59%, 3.57% e 3.57%, respectivamente. Verificaram-se que na aplicação do teste de Tukey não houve significância ao nível de 5%, conforme demonstra a Quadro 11 .
 - b) Na conversão alimentar kg ração/1 kg ovo : foram registrados os contrastes das médias da ração consumida pelas poedeiras da amostra para produzir um quilo de ovos e comparados com o sistema incandescente 100W (padrão) ao nível de 5% de significância através do teste Tukey . Os Tratamentos Fluorescente HO 110 W (T2), Vapor Mista 250 W (T3) e Vapor de Sódio 70 W (T4), apresentaram os seguintes contrastes (resultados) percentuais de significância, 3.69%, 1.73% e 3.57%, respectivamente. Verificaram-se que na aplicação do teste de Tukey não houve significância ao nível de 5%, conforme demonstra a Quadro 11 .
 - c) Na produção de ovos/ ave, as comparações realizadas entre incandescente 100 W (T1)/ fluorescente HO 110 W (T2), incandescente 100 W (T1)/ vapor mista 250 W (T3) e incandescente 100 W (T1)/ vapor de sódio 70 W (T4) apresentaram diferenças (contrates) de 1.91%, 1.27% e 3.82%, respectivamente maiores do que o incandescente. Conforme demonstra a Quadro 11, os resultados obtidos para os quatro sistemas em teste, não foram significativos ao nível de 5%. Sendo assim, até onde se conseguiu acompanhar, não houve, para nenhum dos sistemas novos, reflexos negativos nos resultados de produção de ovos causados pelo tipo de lâmpada. Evidencia-se então, nesse caso, que o fator regulador foi, na verdade, o índice de luminosidade e não o tipo de lâmpada.

- d) No peso do ovo (g), os sistemas de iluminação em teste, incandescente 100 W (T1), fluorescente HO 110 W (T2), vapor mista 250 W (T3) e vapor de sódio 70 W (T4), apresentaram as médias de 53,5g, 53,00g, 52,5g e 53,5g, respectivamente. Comparando as médias dos tratamentos, constataram-se as seguintes diferenças 0.93% para T2 (Fluorescente 110 W), 1.87% para T3 (Vapor mista 250W) e 0% para T4 (Vapor Sódio 70 W), o que evidencia a não significância ao nível de 5%. Conforme Quadro 11.
- e) No consumo de energia elétrica (kWh) por ovo, analisaram-se as médias dos tratamentos e constataram-se que houve significância ao nível de 5%, nas comparações. Os sistemas de iluminação em teste, incandescente (T1), fluorescente (T2), vapor mista (T3) e vapor de sódio (T4), apresentaram as médias de 42.66 Wh/ovo, 21.83 Wh. por ovo, 25.91 Wh/ por ovo e 15.41 Wh por ovo, respectivamente. Comparando as médias dos tratamentos em relação ao sistema padrão. Constataram-se as seguintes diferenças (contrastes): 48.92% para T2 (fluorescente HO 110 W), 39.26% para vapor mista 250 W (T3) e 63.91% para vapor de sódio 70 W (T4), o que evidencia significância ao nível de 5%. Conforme Quadro 11.

Demonstrando assim que não houve variações significativas ao nível de 5%, na aplicação do teste de Tukey, com relação ao peso ovo, conversão alimentar e produção de ovos. Apresentando significância nas comparações das médias do consumo de energia elétrica/ovo. Nos contrastes do Sistema Incandescente, em comparação, com Fluorescente (48,92%), Vapor Mista (39,26%) e com o Sistema Vapor de Sódio 70W (63,91%). Evidenciando que o sistema Vapor de Sódio 70W é estatístico-econômico o mais viável .

6.4.2 Análise Econômica

6.4.2.1 Valores de carga instalada, consumo e economia de energia elétrica.

No Quadro 12, encontram-se os seguintes dados coletados: porcentagem em relação à carga total instalada, que cada sistema de iluminação representou, consumo mensal medido, consumo anual estimado, consumo de energia por ovo por lote e a economia obtida para cada sistema em relação ao sistema incandescente.

QUADRO 12 Valores de carga instalada, consumo de energia elétrica e economia obtida em relação ao padrão.

	Sistemas de iluminação			
	Incandescente 100 W	Fluorescente HO 110 W	Vapor Mista 250 W	Vapor Sódio 70 W
Produção ovos /lote	157194	160384	158751	162611
% em relação a carga total instalada	57%	42%	35%	24%
Consumo				
Mensal registrado (kWh/lote)	671	350	412	250
Total estimado (kWh/lote)	6709	3497	4116	2504
Energia/ovo (Wh/ovo/lote)	43	22	26	15
Economia obtida (%)				
Relação ao Sistema Padrão	0	49%	39%	65%
Rendimento relativo (comparação)				
Sistema Vapor de Sódio	0	32%	42%	0%

A medida que o fator Wh/ovo/lote diminui, a eficiência energética do sistema de iluminação aumenta. Sendo assim, se verifica que o sistema Vapor de Sódio 70W apresentou a melhor eficiência energética (15 Wh/ovo/lote) e, conseqüentemente, apresentou maior economia de energia (65%).

Em comparação com o sistema Fluorescente HO 110W, o rendimento do sistema Vapor de Sódio 70W foi 32% maior, e, com relação ao sistema Vapor Mista 250 W, o rendimento passa a ser de 42%.

Em comparação ao sistema incandescente, esta diferença chegou a 65 % a favor do Vapor Sódio 70 W. As Quadros 12 e 13 ilustram o estudo do custo operacional para cada sistema. Para isso, escolheu-se como fator comum para comparação, o custo por lote, pois nessa atividade, os custos e ganhos são computados considerando-se todo o período produtivo.

6.4.2.2 Resultados da Análise Financeira de Viabilidade e Custos Operacionais.

Na análise do Valor Atual Líquido, todos os sistemas apresentaram-se viáveis, pois nenhum apresentou valores negativos referentes à soma dos fluxos de caixa, e estes valores apresentaram-se, em todos os casos, maiores do que o valor de investimento inicial conforme demonstra Quadro 13.

Nessa análise, o sistema Vapor de Sódio apresentou o maior valor de fluxo de caixa (VAL), em média, duas vezes maior do que o VAL obtido para os outros dois sistemas (Quadro 13).

QUADRO 13 Resultados da Análise Financeira de Viabilidade e Custos Operacionais.

N	ITENS	CÁLCULOS DE CUSTOS			
		Incandescente 100W	Fluorescente HO 110W	vapor Mista 250W	Vapor de ódio 70 W
1	Investimento total em equipamentos	49,50	496,00	120,00	850,00
2	Tempo de duração do sistema (mês)	4,70	57,1	28,6	76,19
3	Consumo mensal de energia (kWh/mês)	670,92	349,68	411,56	250,41
4	Consumo de energia por lote (kWh/lote)	6.709,17	3496,83	4.115,60	2.504,10
5	Custo de energia por lote (R\$/lote)	1.140,56	594,46	699,65	425,70
6	Total de lotes (duração do sistema)	0,5	6	3	8
7	Gasto anual com reposição (R\$)	103,99	0	0	0
8	Economia obtida/lote (Ganho) (R\$)	0	650,09	544,90	818,85
9	Valor Atual Líquido (R\$)	R\$ -	R\$ 2.636,20	R\$ 1.235,97	R\$ 4.502,48
10	Tempo de retorno (meses)	0	8	2	10

O Quadro 13 apresenta os resultados da análise Financeira de viabilidade e Custos Operacionais, para os cálculos de custos foram necessários a coleta dos seguintes valores:

- 1) Investimentos total em equipamentos: Soma dos custos dos equipamentos de cada sistema de iluminação (tratamento), como indicam os valores para: Tratamento 1, R\$ 49,50; Tratamento 2, R\$ 496,00; Tratamento 3, R\$ 120,00 e Tratamento 4, R\$ 850,00. Verificando-se que todos os novos sistemas de iluminação que estavam em teste, os investimentos iniciais foram maiores do que o sistema incandescente, seguindo com o vapor mista, fluorescente. O investimento de maior valor é o do sistema de iluminação Vapor de Sódio 70 W, chegando a 17 vezes maior que o padrão, conforme Figura 14.
- 2) Tempo de duração do sistema (meses): Coletados a partir dos catálogos dos fornecedores, com os valores para: T1, 4,70; T2, 57,1, T3, 28,6 e T4, 76,19 meses. Verificando com base nos dados que o sistema Vapor de sódio é o que apresenta vida útil mais longa, aproximadamente 76 meses e o sistema incandescente apresenta somente 5 meses. Apresentando uma diferença de 71 meses de vida útil a favor do Sistema Vapor de Sódio.
- 3) Consumo mensal de energia (kWh/mês): Coletados através aparelho RE 1000, indicando os seguintes valores para: T1, 670,92; T2, 349,68; T3, 411,56 e T4, 250,41 kWh/mês. Verificando com base nos dados que o sistema incandescente 100 W é o que apresentou o maior consumo e o sistema Vapor de Sódio 70 W apresentou o menor consumo de energia elétrica por mês.
- 4) Consumo de energia por lote (kWh/lote) - Através dos dados do consumo mensal de energia (kWh/mês), foi possível estimar o consumo por lote, pois cada lote representou 10 meses, por tanto os valores para cada sistema foram: T1, 6.709,17; T2, 3.496,83; T3, 4.115,60 e T4, 2.504,10. Verificando com base nos dados que o sistema incandescente 100 W é o que apresentou o maior consumo e o sistema Vapor de Sódio 70 W apresentou o menor consumo de energia elétrica por lote.
- 5) Custo de energia por lote (R\$/lote) – foi o registrado para pagamento mensal, estimados para dez meses, como segue: T1, R\$ 1.140,56; T2, R\$ 594,46; T3, R\$ 699,65 e T4,

R\$ 425,70. Verificando com base nos dados que o sistema incandescente 100 W é o que apresentou o maior custo e o sistema Vapor de Sódio 70 W apresentou o menor custo de energia elétrica por lote.

- 6) Total de lotes/duração do sistema – Foi baseado no tempo de duração do sistema considerando-se 10 meses que é o período de cada lote: calculados a partir dos catálogos dos fornecedores, como indicam os valores para: T1, 0,5 ; T2, 6; T3 , 3 e T4, 8 lotes. Verificando com base nos dados que o sistema vapor de sódio é o que apresenta vida útil mais longa, aproximadamente 8 lotes e o sistema incandescente apresenta somente 0,5 lote. Apresentando uma diferença de 7,5 lotes de vida útil a favor do Sistema Vapor de Sódio 70 W.
- 7) Gasto anual com reposição (R\$): foram os gastos com reposição de lâmpadas que queimavam durante o experimento. Verificando assim que somente o sistema incandescente 100 W teve a necessidade de reposição de lâmpadas, no valor total de R\$ 103,99.
- 8) Economia obtida/lote (Ganho) (R\$): através dos dados apurados, foram calculadas os valores de ganhos ou benefícios relacionados ao sistema incandescente 100 W, apresentando os seguintes valores: T2, R\$ 650,99; T3, R\$ 544,90 e T4, R\$ 818,85. Verificando que os novos sistemas de iluminação apresentaram ganhos ou benefícios significativos em relação ao padrão, porém o que apresentou um valor maior foi o vapor de sódio 70 W.
- 9) Valor Atual Líquido (R\$): através dos dados apurados, foram calculados os valores de viabilidade dos sistemas de iluminação, apresentando os seguintes valores: T2, R\$ 2.636,20; T3, R\$ 1.235,97; e T4, R\$ 4.502,48. Verificando que os novos sistemas de iluminação apresentaram viabilidade econômica, pois todos tiveram seus valores positivos, para serem implantados, porém o que apresentou o maior valor atual líquido foi o Vapor de Sódio 70 W, sendo assim foi o mais vantajoso dos sistemas para sua implantação, conforme Figura 14 .

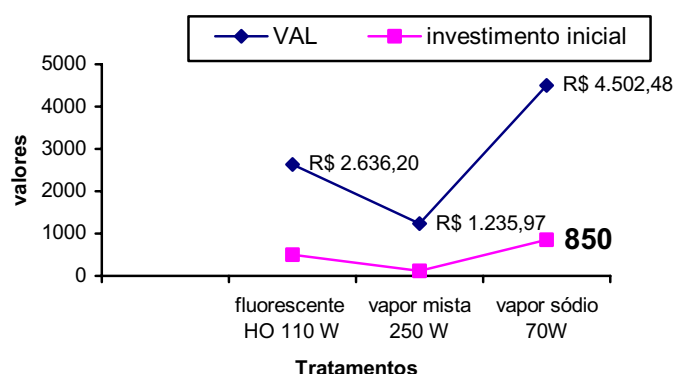


Figura 14 - Comparações Viabilidade Econômica com Investimento Inicial

10) Tempo de Retorno (meses): através dos dados apurados, foi calculado o tempo de retorno para cada tratamento, apresentando os seguintes valores: T2, 8; T3, 2 e T4, 10 meses. Verificando que os novos sistemas de iluminação apresentaram um tempo de retorno dos investimentos, ou seja relação custo/benefício, abaixo de um ano, porém o que apresentou o menor tempo foi o sistema vapor mista 250 W e o que apresentou o maior tempo de retorno foi vapor sódio 70 W.

Quanto ao tempo de retorno, todos os sistemas novos analisados apresentaram tempo de retorno (TR) inferior à vida útil do empreendimento, menos de 50% da vida útil do sistema de iluminação. O que também indica como positiva a viabilidade de implantação de tais sistemas.

O menor tempo de retorno foi apresentado pelo sistema Vapor Mista 250 W, que em contrapartida apresentou o menor valor de fluxo de caixa.

Uma análise rápida deste parâmetro, inicialmente, determina uma tendência em se indicar como melhor, o sistema Vapor Mista 250W, por apresentar um menor tempo de retorno, mas, comparando-se os resultados econômicos para a vida útil do sistema Vapor de Sódio 70 W, verifica-se que a lâmpada Vapor Mista 250 W, torna-se menos atraente, porque a sua vida útil é quase 3 vezes menor, fazendo aumentar os gastos com reposição ao longo deste período. Esse fato torna, do ponto de vista econômico, o sistema Vapor de Sódio mais atraente.

Com base nas análises, se verificou que os sistemas que apresentaram maior viabilidade foram : Vapor de Sódio 70 W e Vapor Mista 250 W.

O sistema Vapor Mista 250 W possui uma durabilidade menor que o sistema VSO 70W, mas tem a vantagem de apresentar um custo menor (investimento inicial), o que o torna mais atrativo financeiramente.

Verificando-se que o sistema HO 110 W, também tem suas vantagens, em relação ao sistema padrão, pois apresenta economia de energia significativa (52,25%) e vida útil aproximadamente 6 lotes .

O sistema Vapor de Sódio 70W ocorre o contrario: apesar de apresentar um custo de implantação relativamente alto (17 vezes o custo do sistema incandescente) tem uma longa durabilidade, atendendo a um maior número de lotes (oito), o que aumenta os seus benefícios e diminuem os seus custos por lote.

Analisando esse dados, verificaram-se que os sistemas Vapor de Sódio 70W e Vapor Mista 250 W apresentaram melhor desempenho e economia, sendo o sistema Vapor de Sódio aquele que apresentou melhores resultados.

O sistema Vapor Mista 250 W também pode ser utilizado na substituição de sistema de iluminação em granjas de postura de ovos comerciais visando economia de energia, quando não se dispõe de muito capital para investimento. Esta decisão deverá ser tomada pela empresa ou produtor e dependerá de como os recursos financeiros serão alocados.

No caso de substituição de equipamentos para racionalização de energia, já existem várias linhas de financiamento, através de Banco (FINAME) com juros de 6 a 10 % a a e via concessionária de energia. Nesse último, em caso de aprovação do projeto, o concessionário financia o investimento.

No caso de racionalização de energia o retorno do investimento é imediato, pois uma vez substituído o sistema atual por um mais econômico, no mês seguinte já ocorre redução na fatura de energia (consumo evitado)

6.5 Estimativa econômica

Devido ao fato do sistema Vapor de Sódio 70 W ter apresentado melhor desempenho, sendo apontado pelo estudo como o melhor sistema para substituir o

incandescente, decidiu-se por fazer uma estimativa econômica para sua implantação em todos os galpões da granja, onde foram realizados os estudos, objetivando demonstrar o potencial de economia.

Os resultados obtidos, conforme a Quadro 14 e 15 mostram um grande potencial de economia de energia com a substituição do sistema Incandescente pelo Vapor de Sódio 70 W, para substituição total de lâmpadas. Conforme a análise econômica realizada, para este caso real, o tempo de amortização foi de onze meses, tornando viável e muito atrativo o investimento.

De acordo com o Quadro 14, Avaliação Financeira na substituição dos Sistemas de Iluminação Incandescente pelo Vapor de Sódio 70 W, foram estimadas as seguintes variáveis:

- 1) Fluxo de caixa incandescente, considerando 8 lotes, pois esta é a vida útil do sistema Vapor de sódio 70 W ao qual foi estimado. Foram considerados para saídas de caixa os valores do custo da energia elétrica por lote, no valor de R\$ 57.026,00, custo de reposição de lâmpadas no valor de R\$ 2.475,00 e o valor de R\$ 2.475,00 para investimento iniciais para cada lote.

Verificando os saldos de fluxos de caixa para: a) energia consumida de R\$ 456.205,00, b) reposição de lâmpadas o valor de R\$ 19.800,00 e c) investimentos o valor de R\$ 19.800,00. O saldos saldo por lote foi R\$ 61.976,00, totalizando ao final de oito lote o valor R\$ 495.805,00.

- 2) Fluxo de caixa Vapor de sódio 70 W, foi estimado, considerando 8 lotes, da seguinte forma: As saídas de caixa, dos custos da energia elétrica por lote, foram de \$21.285,00. Os custos com reposições de lâmpadas não houveram. O valor de R\$ 44.030,00 para investimentos iniciais para toda a vida útil.

Resultando que os saldos de fluxos de caixa para: a) energia consumida de R\$ 170.280,00, b) reposição de lâmpadas o valor de R\$ 00,00 e c) investimentos no valor de R\$ 44.030,00. O saldo do primeiro lote foi de 65.135,00 e a partir do segundo lote foram de R\$ 21.285,00, totalizando ao final de oito lote o valor de R\$ 214.310,00.

- 3) Ganho na substituição do Sistema Incandescente pelo Vapor de Sódio 70 W: Fluxo de caixa Vapor de Sódio 70W deduzido do Incandescente 100W, foi estimado,

considerando 8 lotes. Nos ganhos dos Fluxos de caixas foram apurados os seguintes valores:

- a) o custo da energia elétrica por lote, foi de R\$ 35.741,00; apresentando um saldo de R\$ 285.925,00;
- b) no custo de reposição de lâmpadas incandescentes foi de R\$ 2.745,00; apresentando um saldo de R\$ 19.800,00
- c) para reinvestimento foi de R\$ 2.474,00 por lote ; saldo de R\$ 19.800,00, mas com o investimento no primeiro lote do Sistema Vapor Sódio 70 W foi de \$ 44.030,00, apresentou um saldo a descoberto de R\$ 24.230,00.
- d) Os ganhos por lote foram de R\$ 40.691, 00, com exceção do primeiro, ao qual descontou-se o investimento do novo Sistema Vapor Sódio 70 W e ficou na ordem de R\$ 3.339,35. Resultando ao final da avaliação financeira um ganho substancial da ordem de R\$ 281.495,00, ou seja 57% em relação ao saldo devedor acumulado do Sistema de Iluminação Incandescente 100 W.

QUADRO 14 – Avaliação Financeira na substituição dos Sistema de Iluminação Incandescente p/VSO 70W – 50 galpões 3x100 m.

FLUXO CAIXA INCANDESCENTE para 8 LOTES						
ANO	SAÍDAS CAIXA INCANDESCENTE			SALDO DEVEDOR		
	ENERGIA	REPOSIÇÃO	INVESTIMENTOS	SALDO/LOTE	ACUMULADO	
1	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	61.975,65
2	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	123.951,30
3	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	185.926,95
4	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	247.902,60
5	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	309.878,25
6	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	371.853,90
7	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	433.829,55
8	R\$ 57.026	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 61.976	R\$	495.805,20
S.D.	R\$ 456.205	R\$ 19.800	R\$ 19.800	R\$ 495.805		

FLUXO CAIXA VSO 70W PARA 8 LOTES						
ANO	SAÍDAS CAIXA VSO 70W			SALDO DEVEDOR		
	ENERGIA	REPOSIÇÃO	INVESTIMENTOS	SALDO/LOTE	ACUMULADO	
1	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ 44.030	R\$ 65.315	R\$	65.315,00
2	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ -	R\$ 21.285	R\$	86.600,00
3	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ -	R\$ 21.285	R\$	107.885,00
4	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ -	R\$ 21.285	R\$	129.170,00
5	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ -	R\$ 21.285	R\$	150.455,00
6	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ -	R\$ 21.285	R\$	171.740,00
7	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ -	R\$ 21.285	R\$	193.025,00
8	R\$ 21.285	R\$ -	R\$ -	R\$ 21.285	R\$	214.310,00
S.D.	R\$ 170.280	R\$ -	R\$ 44.030	R\$ 214.310		

GANHO NA SUBSTITUIÇÃO DO SISTEMA INCANDESCENTE PELO VSO 70W						
ANO	SALDOS SAÍDAS DE CAIXA (INCANDESCENTES – VSO 70w)			SALDO GANHO		% GANHO .
	ENERGIA	REPOSIÇÃO	INVESTIMENTOS	GANHO / LOTE	ACUMULADO	P/LOTE
1	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ (41.555)	R\$ (3.339)	R\$ (3.339,35)	-5%
2	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 40.691	R\$ 37.351,30	66%
3	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 40.691	R\$ 78.041,95	66%
4	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 40.691	R\$ 118.732,60	66%
5	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 40.691	R\$ 159.423,25	66%
6	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 40.691	R\$ 200.113,90	66%
7	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 40.691	R\$ 240.804,55	66%
8	R\$ 35.741	R\$ 2.475	R\$ 2.475	R\$ 40.691	R\$ 281.495,20	66%
S.D.	R\$ 285.925	R\$ 19.800	R\$ (24.230)	R\$ 281.495		57%
			R\$ 19.800			
INVESTIMENTO A MAIS VSO 70W			R\$ (4.430)			
GANHO LÍQUIDO COM A SUBSTITUIÇÃO (INCANDESCENTE/VSO 70W)					R\$ 281.495,20	
TEMPO RETORNO INVESTIMENTO VSO 70W (MESES)						

De acordo com o Quadro 14, Estudo para substituição do Sistema Padrão pelo Sistema Vapor de Sódio 70 W, para granjas de Postura de ovos comerciais com cinquenta mil aves, foram apresentados os seguintes valores comparativos:

- 1) Lâmpadas, foi verificado:
 - a) forma das lâmpadas como sendo ovóides;
 - b) a potência da lâmpada incandescente para utilização em galpões de postura foi a de 100 W enquanto para o Sistema Vapor Sódio foram utilizadas as de 70 W.;
 - c) fluxo luminoso (lm), padrão 1295 lm e VSO 70W, 5600 lm
 - d) Vida útil lâmpadas número de lotes (cada 10 meses), para padrão 0.5 lote e 8 para VSO 70 W.
 - e) Preço da Lâmpada: padrão, R\$ 1,50 cada e VSO completa R\$ 47.80
- 2) Quantidade lâmpadas dos Sistemas de Iluminação: na instalação o sistema padrão necessitou de 1650, enquanto o VSO 70W, 850. Na reposição o padrão necessitou de 1650, enquanto o VSO nenhuma.
- 3) Tempo de funcionamento do Sistema de Iluminação, para os dois sistemas foram considerados os mesmos sendo: sendo 7 horas por dia, 30 dias por mês e 2100 horas por lotes (horas por 10 meses).
- 4) Dados energéticos - Consumo de energia elétrica (kWh):
 - a) por mês para uma lâmpada 20,33 kWh no sistema padrão e 14,73 kWh para o VSO 70W
 - b) do sistema por mês: para padrão 33.544.50 kwh e para o VSO 70W 12.520.50 kWh, portanto uma economia (redução no consumo) de 21.024 kWh.
 - c) Do sistema por lote (10 meses) : para o sistema padrão 335.445 kWh e para VSO 70 W 125.205 kWh, portanto uma economia (redução do consumo) de 210.240 kWh por lote
- 5) Análise econômica - Fluxo caixa – Saídas- Despesas – apresentaram os valores das despesas com energia elétrica:
 - a) no mês para sistema padrão, R\$ 5.602,57 e para o VSO 70W, R\$ 2.128.49, portanto uma economia de R\$ 3.574.08 por mês .
 - b) no período de 10 meses (lote): para o padrão R\$ 57.025,65 e para o VSO 70 W R\$ 21.384.85, portanto uma economia de energia elétrica no valor de R\$ 35.740.80.

- 6) Gastos com reposição (R\$/Lote) foram os gastos com a reposição de lâmpadas incandescentes 100 W no valor R\$ 2.475,00 por lote. Representando assim um ganho por lote do sistema VSO 70W na mesma ordem.
- 7) Sub total (energia elétrica e reposição): representam os valores da energia consumida acrescentados com gastos com reposição, para o padrão R\$ 59.500,65 e para VSO R\$ 21.284,85, apresentando uma vantagem de R\$ 38.215,80.
- 8) Gastos iniciais com material e mão de obra para instalação dos sistemas: para o padrão R\$ 2.475,00 e para VSO 70 W R\$ 44.030,00, apresentando portanto uma desvantagem de R\$ 41.555,00.
- 9) Saldo de fluxo de caixa:
 - a) para o primeiro lote, sistema padrão apresentou R\$ 61.975,65 e o VSO 70 W R\$ 65.314,85, portanto uma desvantagem de R\$ 3.339,20.
 - b) Do segundo lote ao oitavo, o sistema padrão apresentou R\$ 61.975,60 e VSO 70W R\$ 21.284,85, portanto uma vantagem de R\$ 40.690,80 do segundo lote ao oitavo.
 - c) Total dos oito lotes, apresentou um saldo de R\$ 495.805,20 para sistema de iluminação incandescente 100W e R\$ 214.308,80 para o VSO 70W, portanto apresentando uma diferença de R\$ 281.496,40 que representou o ganho do sistema de iluminação vapor de Sódio 70W sobre o incandescente 100 W (padrão)
- 10) Investimentos vida útil sistema (8 lotes, inclusive inicial): são investimento em materiais e mão de obra e também de reposição durante toda a vida útil do sistema Vapor de Sódio 70 W em relação ao padrão.

Os materiais para o padrão ficou em R\$ 19.800,00 e VSO 70 W em R\$ 40.630,00, representando uma desvantagem de R\$ 20.830,00.

A mão de obra ficou R\$ 3.400,00 para sistema VSO 70 W e para o sistema padrão não foi computado a mão de obra devido a utilização do sistema já implantado, no entanto se fosse realizado em um novo galpão esse custo deverá ser considerado, portanto apresentando uma desvantagem do mesmo valor.

Os gastos com reposição ficou em R\$ 19.800,00 para o padrão e para o sistema VSO 70W não foi considerado reposições devido a vida útil das lâmpadas, portanto apresentando uma vantagem desse valor.

O Total dos investimentos nos oito lotes ficou em R\$ 39.600,00 para o padrão e R\$ 44.030,00 para o VSO 70W, considerando assim uma desvantagem de R\$ 4.430,00 para o VSO 70 W

11) Tempo de retorno (média de amortização em meses): com a substituição dos cinqüentas galpões, que utilizavam sistema de iluminação incandescente 100W pelo VSO 70 W, houve um retorno em onze meses.

QUADRO 15 – Estudo para substituição do Sistema Padrão pelo Sistema Vapor de Sódio 70W, para granjas de Postura de ovos comerciais com 50.000 aves poedeiras

Características					
Lâmpada	100W	VSO 70 W	Diferenças	V/D	
Tipo	Incandescente	Vapor Sódio			
Forma.	ovóide	Ovóide			
Potência (W)	100	70	-30		V
Fluxo luminoso (lm)- Rendimento	1295	5600	4305		V
Vida útil (horas)	1000	16000	15000		V
Vida útil lâmpadas número de lotes.(cada 10 meses)	0,5	8	7,14		V
Preço Lâmpada (R\$)	R\$ 1,50	R\$ 19,00	17,5		D
Reator e acessórios	não usa	RES 70			D
Perdas no reator /lâmpada (W).	0	14,52	14,52		D
Preço Reator (R\$)	0	R\$ 21,00	R\$ 21,00		D
Preço Caixa suporte para reator e lâmpada (R\$)	0	R\$ 7,22	R\$ 7,22		D
Preço Soquete de porcelana (R\$)	0	R\$ 0,58	R\$ 0,58		D
Preço unitário lâmpada completa	R\$ 1,50	R\$ 47,80	R\$ 46,30		D
Quantidade lâmpadas do Sistema de Iluminação					
Instalação..	1650	850	-800		V
Reposição	1650	0	-1650		V
Tarifa B2 rural (R\$/kWh)/marco 2003 Rede	0,17	0,17	0		.
Tempo de funcionamento do Sistema de Iluminação					
Horas por dia (h/dia)	7	7	0		.
Dias por mês (dias/mês)	30	30	0		.
Horas por lote (h/10 meses)	2100	2100	0		.
Dados Energéticos – Consumo de energia elétrica (kWh)					
Uma lâmpada / mês	20,33	14,73	-5,6		V
Sistema / mês	33.544,50	12.520,50	-21024		V
Sistema / lote (10 meses)	335.445,00	125.205,00	-210240		V
Redução de consumo (kWh/mês)	0	21.024,00			.
Redução de consumo (kWh/lote)	0	210.240,00			.
Análise Econômica					
Fluxo caixa – Saídas – Despesas					
Energia elétrica (R\$/mês)	R\$ 5.702,57	R\$ 2.128,49	-3574,08		V
Energia elétrica (R\$/lote)	R\$ 57.025,65	R\$ 21.284,85	-35740,8		V
Gastos com reposição (R\$/lote)	R\$ 2.475,00	R\$ -	-2475		V
Sub total (energia elétrica e reposição)	R\$ 59.500,65	R\$ 21.284,85	-38215,8		V
Gastos iniciais(material e mão de obra)	R\$ 2.475,00	R\$ 44.030,00	41555		D
Saldo fluxo caixa					
Lote n. 01	R\$ 61.975,65	R\$ 65.314,85	3339,2		D
Lote n.2 ao n. 8 (p/lote)	R\$ 61.975,65	R\$ 21.284,85	-40690,8		V
Total (8 lotes)	R\$ 495.805,20	R\$ 214.308,80	-281496,4		V
Ganho do sistema VSO (Diferença de fluxo caixa)		R\$ 281.496,40			V
Investimentos Vida útil sistema (8 Lotes, inclusive inicial)					
Materiais	R\$ 19.800,00	R\$ 40.630,00	20830		D
Mão de obra	R\$ -	R\$ 3.400,00	3400		D
Reposição.	R\$ 19.800,00	R\$ -	-19800		V
Total investimentos 8 lotes	R\$ 39.600,00	R\$ 44.030,00	4430		D
Investimento total no sistema VSO 70W.		R\$ 44.030,00			
Tempo retorno (média de amortização em meses)		11			
Obs.V/D- vantagens (V) ou desvantagens (D) do sistema de iluminação VSO 70W sobre o sistema padrão					

Com esse tempo de amortização, baseando-se no valor da vida útil da lâmpada a Vapor de Sódio 70 W calculada para esta utilização, aproximadamente 8 anos (lotes de 10 meses), a empresa terá, após amortizado o capital, um período de aproximadamente 7 anos (7 lotes de 10 meses) para obtenção de lucros através da economia gerada. Multiplicando-se o ganho por lote (\$ 40.690,80) pela vida útil 8 anos (\$ 325.526,40) e diminuindo o investimento inicial (\$ 44.030,00), última linha da Quadro 15, por este período, teremos um benefício total ao final da vida útil do sistema, da ordem de R\$ 281.496,40

Neste caso, a economia total calculada com a troca do sistema de iluminação considerando todos os galpões da granja da avícola, será de 57%. Verificando também que o gasto total por lote com reposição de lâmpadas para o sistema incandescente, estimado aqui neste estudo com base na vida útil da lâmpada, corresponde a 4.3 % (\$2.475,00) do valor gasto com energia elétrica e 100% do investimento inicial em lâmpadas, sendo este valor muito alto, outro motivo pelo qual o sistema incandescente é mais dispendioso.

7 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o sistema de iluminação incandescente 100 W, comumente utilizado em granjas de produção de ovos comerciais, apresentou: o maior consumo de todos os sistemas de iluminação em teste; grande diferença de potência instalada entre os sistemas de iluminação novos; baixa eficiência, motivo pelo qual apresentou uma maior demanda para produzir a mesma quantidade de luz que os demais sistemas e ainda, durabilidade muito curta comparada com outras lâmpadas.

Conforme demonstrado pela análise estatística dos resultados de produção de ovos, os sistemas com lâmpadas Fluorescente HO 110 W, lâmpadas Mista 250 W e Vapor sódio 70 W, causaram reflexos positivos .

Os resultados indicam que o fator preponderante na produção de ovos comerciais, está relacionado com a quantidade e intensidade de luz e não com o tipo de lâmpada empregada, desde que a lâmpada empregada ofereça adequada reprodução da cor amarela.

O sistema de iluminação Vapor de Sódio 70W, em comparação com os demais sistemas, apresentou: maior produção de ovos por ave, Menor consumo de

energia elétrica mensal, portanto menor valor de carga instalada em iluminação; Melhor eficiência energética (15 Wh/ovo/lote) e, conseqüentemente, maior economia de energia (65%); Menor custo de energia elétrica por dúzias ovos R\$ 0.09; melhor Conversão Alimentar Kg de Ração por dúzia de ovos, apesar de não apresentar significância ao nível de 5% no Teste de Tukey; o mesmo peso do ovo(g) do que o sistema de iluminação Incandescente 100 W (T1); durabilidade mais longa, aproximadamente 8 lotes enquanto que o sistema incandescente apresenta somente 0.5 lote, uma diferença de 7.5 lotes e Significância ao nível de 5%, na aplicação do Teste de Tukey, no consumo de energia elétrica por ovo. Evidenciando que o sistema Vapor de Sódio 70W é estatístico- econômico o mais viável.

Conforme análise econômica, Valor Atual Líquido, todos os sistemas apresentaram-se viáveis, pois nenhum apresentou valor negativo referente à soma dos fluxos de caixa, e estes valores, em todos os casos, maiores do que o valor de investimento inicial. Verificando que o sistema Vapor de Sódio apresentou o maior valor de fluxo de caixa (VAL), sendo assim foi o mais vantajoso dos sistemas para sua implantação.

Com base nos valores de consumo e na estimativa da durabilidade, o sistema vapor de sódio 70 W, mostrou um melhor desempenho, sendo em termos econômicos (57%) e energético (65%), mais eficiente que o sistema incandescente. Verifica-se através do estudo econômico realizado, ser totalmente viável a substituição do sistema incandescente pelo Vapor de Sódio, resultando em ótimos valores de economia, apresentando um tempo de retorno inferior a um ano .

O sistema de iluminação Vapor Sódio 70 W apresentou menor consumo de energia elétrica por ovo (kWh/ovo), maior viabilidade econômica (Valor presente Líquido) e aumento na produção de ovos em relação ao sistema de iluminação incandescente 100 W (padrão). O que significa, além da viabilidade do investimento na substituição do sistema padrão pelo Vapor sódio 70 W, ainda há viabilidade no aumento da produção de ovos, o que deverá diminuir o custo de produção, reduzindo assim o custo final do produto.

Conforme análise do tempo de retorno, o sistema de iluminação que apresentou menor tempo foi Vapor Mista 250 W, que em contrapartida apresentou o menor valor de fluxo de caixa. Os resultados econômicos para a vida útil do sistema Vapor de

Sódio 70 W, torna o sistema de iluminação com lâmpadas Vapor Mista 250 W, menos atraente, porque a sua vida útil é menor, fazendo aumentar os gastos com reposição ao longo deste período. Esse fato torna, do ponto de vista econômico, o sistema Vapor de Sódio mais atraente.

O sistema HO 110 W, também tem suas vantagens, em relação ao sistema padrão, pois apresenta economia de energia significativa (52,25%) e durabilidade de aproximadamente seis lotes .

A aplicação do Teste de Tukey na produção de ovos por ave, nas comparações realizadas entre o incandescente 100 W (T1), os resultados obtidos para os novos sistemas em teste, não foram significativos ao nível de 5%, porém houve aumento de produção de ovos.

Sendo assim, até onde se conseguiu acompanhar, não houve, para nenhum dos sistemas novos, reflexos negativos nos resultados de produção de ovos causados pelo tipo de lâmpada. Evidenciando então, nesse caso, que o fator regulador foi, na verdade, o índice de luminosidade e não o tipo de lâmpada.

Em relação ao aumento de produção de ovos e diminuição no consumo de ração, nas primeiras semanas, causado pela utilização de novos sistemas de iluminação, aconselha-se, para trabalhos futuros, um estudo aprofundado com relação aos reflexos positivos na produção de ovos comerciais e consumo de ração em função do tipo de lâmpada.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira *Aves e ovos*. São Paulo: Ed. Argos Comunicação. 2002, p.247- 280.

AVICULTURA INDUSTRIAL. *Luz sob controle*. Porto Feliz : Gessulli Agribusiness, n. 1066, maio de 1999, 143p.

ÁVILA, V.S. *Aves e Ovos*. São Paulo: Ed. Vox Ltda. ano XI. p. 462-64, fev. /1995.

BAHR, J. M. Simpósio Internacional de Ambiência e instalação na avicultura industrial, In: *Maturidade Sexual* . Campinas: FACTA. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 1995, p 63-65.

CALABI, A. S. *A energia e a economia brasileira*. FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. São Paulo : Livraria Pioneira Editora, 1983.

CAMPOS, E.J. *Tópicos Avícolas*. Minas Gerais: Escola Veterinária da Universidade, 1975, p. 387.

CARVALHO, J. & GOLDENBERG, J. *Economia e política da energia*. Rio Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1980, 184 p.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. *Estudo de otimização energética* Setorial, 1989.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. *Otimização energética no setor avícola*, 2000.

COTRIM, A. M. B. *Instalações elétricas*. 3^a Ed. São Paulo: Editora Makron Books, 1992.

ENGLERT, S. I. *Avicultura: tudo sobre raças, manejo e nutrição*. Guaíba: Agropecuária, 1998.

FRENCH, B. C. *The analysis of productive efficiency in agricultural marketing: models, methods in progress*. In: MARTIN, L. R. (Org.) *Survey of agricultural economics literature*. Minneapolis : University of Minnesota, 1977.

GOLDEMBERG, J. *Energia no Brasil*. Rio de Janeiro: LTC, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1979.

HOFFMAN, R. *Estatística para economistas*. 3^a edição. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001. 325p.

IEA Informações Estatísticas da Agricultura: Anuário, 1999/00. São Paulo

IEA Informações Estatística Agricultura e Levantamento IEA/CATI de junho e novembro 2001.

JANNUZZI, G. M. *Uso eficiente de energia na iluminação*. Campinas, outubro de 1992.

JORDAN, R.A. *Desenvolvimento de um sistema de iluminação mais econômico para utilização em granjas de produção de ovos férteis visando a racionalização de energia elétrica no ramo avícola*. Maringá, 2000, 66 p. Dissertação mestrado - UNIOESTE.

LEESON, S. *Nutrition requirement of off layers replacements and Disease Control* Technical Symposium for the Poultry Industry 110-117, LEESON, S., CASTON, L. and Summers, J.D. significant of Physiological age of Legsor Characteristics and Economic Analysis. Poultry Science 70:37 – 43, 1991.

NISKIER J., MACINTYRE A. J. *Instalações elétricas*. Rio Janeiro: LTC, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1996 .

OSRAM do Brasil, *Manual Luminotécnico Prático*. Osasco- <http://www.osram.com.br>, 2003, 27p.

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

ROSA, L. P. *Energia e crise*. Petrópolis: Editora Vozes Ltda., 1984. 110p.

ROSA, L. P. Visão integrada das fontes de energia. In: LA ROVERE, E. L. et alli (org). *Economia e tecnologia da energia*. Rio de Janeiro : Marco Zero/FINEP, 1985.

SAA. Secretaria Agricultura e Abastecimento, 2001

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTÉCNICA. São Paulo, 1990.

SEAB. *Acompanhamento da situação Agropecuária do Paraná*. Produção agrícola e agroindustrial do Paraná. Curitiba, janeiro de 2000.

SINDICATO RURAL DE BASTOS, *XXVIII Encontro de Avicultores do Estado de São Paulo*. Bastos, 2002

WOILER, S. *Projetos, Planejamento, elaboração e análises*. São Paulo: Atlas S. A, 1987. 280p.