

**AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE  
ILUMINAÇÃO PARA  
POEDEIRAS LEVES E SEMI-PESADAS**

**HENRIQUE JORGE DE FREITAS**

**2003**

**HENRIQUE JORGE DE FREITAS**

**AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO PARA  
POEDEIRAS LEVES E SEMI-PESADAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de “Doutor”.

**Orientador**

Professor Judas Tadeu de Barros Cotta

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Freitas, Henrique Jorge de

Avaliação de programas de iluminação para poedeiras leves e semi-  
pesadas / Henrique Jorge de Freitas. -- Lavras : UFLA, 2003.  
99 p. : il.

Orientador: Judas Tadeu de Barros Cotta.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Iluminação contínua. 2. Iluminação intermitente. 3. Dia subjetivo. 4.  
Luz natural. 5. Programa de iluminação. I. Universidade Federal de  
Lavras. II. Título.

CDD-636.50824  
-636.5083

**HENRIQUE JORGE DE FREITAS**

**AValiação de Programas de Iluminação para  
Poedeiras Leves e Semi-Pesadas**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de “Doutor”.

**APROVADA em 10 de dezembro de 2003**

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino	UFV
Prof. Antonio Ilson Gomes de Oliveira	UFLA
Prof. Luis David Solis Murgas	UFLA
Prof <sup>ª</sup> Ana Tereza de Mendonça Viveiros	UFLA

**Professor Judas Tadeu de Barros Cotta  
UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, Sônia Holanda de Freitas (*in memorian*), e ao meu pai, Hugo Pontes de Freitas, pelo amor, dedicação e apoio em todas os momentos de minha vida, que foram fundamentais para minha formação.

À minha esposa, Lindomar, e minhas filhas, Pâmela e Geovana, pela alegria de estarem a meu lado e pela compreensão nos momentos em que estive ausente.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que ilumina meu caminho.

À Universidade Federal do Acre e ao Departamento de Ciências Agrárias - UFAC, por terem me fornecido as condições necessárias para a realização do curso de Doutorado.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia - UFLA, pelo apoio e oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Judas Tadeu de Barros Cotta pelos seus ensinamentos e orientação segura, o meu agradecimento especial.

Ao Professor Antonio Ilson Gomes de Oliveira pela sua competência, amor ao trabalho e atenção.

Ao professor Luis David Solis Murgas pela amizade, dedicação ao trabalho, boa vontade e atenção dispensadas.

Aos professores Ana Tereza de Mendonça Viveiros, Luiz Fernando Teixeira Albino e Giovanni Francisco Rabelo pelo auxílio e atenção a mim dispensados.

Aos amigos de todas as horas Ernesto Rodriguez Salas, Francisco Aires Arcoverde Ramos, Eva Maria de Jesus e Rita Maria de Jesus.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras pelo apoio, em especial: Pedro, Carlos, Gilberto, Hélio, Keila e Borginha.

Aos funcionários da Biblioteca Central da Universidade Federal de Lavras pelo apoio.

Ao amigo e companheiro de estudos Clóvis Eliseu Gewehr, a quem tenho grande admiração.

Aos amigos e colegas do curso de Doutorado em Zootecnia: Reinaldo Kangi Kato e Silvio Luiz de Oliveira e ao estagiário e estudante do curso de graduação em Zootecnia João Fernando Ferreira dos Santos Carvalho pelo apoio, por ocasião da realização dos experimentos e por terem me dado o privilégio de sua amizade.

Aos amigos Ramon e Andréia, Hunaldo e Ana, Sebastião e Regina, Enock e Sálua, Neudi e Dulce, Inácio e Delma, Tadeu e Lúcia, Glauco e Rejane, Nildo e Sandra e a todos que conheci nesses anos de convivência e que passaram a fazer parte de minha vida.

## **BIOGRAFIA**

Henrique Jorge de Freitas, nasceu em Fortaleza, Estado do Ceará, em 4 de maio de 1959, ingressou na Universidade Estadual do Ceará em 1978, graduando-se em Medicina Veterinária, em dezembro de 1982.

No período de abril de 1984 a junho de 1996, trabalhou no Programa de Defesa Sanitária Animal, do Departamento de Produção Animal da Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado do Acre.

Em março de 1993, na Universidade Federal do Acre, iniciou curso de Graduação denominado “Formação Pedagógica para Bacharéis” com conclusão em julho de 1994.

Pela Universidade Federal do Acre realizou o curso de Especialização em Planejamento Agrícola de maio a agosto de 1993.

Em fevereiro de 1994 foi aprovado em concurso público para professor auxiliar na área de Zootecnia do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Acre. Atuou como professor substituto até junho de 1996 quando foi contratado em definitivo.

Em maio de 1999 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, na Área de Produção de Monogástricos, defendendo dissertação em 15 de fevereiro de 2001.

Em março de 2001 ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, na Área de Produção de Animal, defendendo tese em 10 de dezembro de 2003.



## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO DAS TABELAS .....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 MECANISMO DE VISÃO DAS AVES .....	3
2.1.1 <i>Teoria da visão</i> .....	3
2.1.2 <i>A acuidade visual</i> .....	4
2.1.3 <i>A percepção da luz</i> .....	4
2.1.4 <i>A visão da cor</i> .....	4
2.2 EFEITO DA LUZ SOBRE O DESENVOLVIMENTO DAS AVES .....	5
2.2.1 <i>Ritmo circadiano</i> .....	5
2.2.2 <i>Intensidade de luz</i> .....	6
2.2.3 <i>Tipos de luz</i> .....	8
2.2.4 <i>EFEITO DA LUZ SOBRE A PRODUÇÃO DE HORMÔNIOS</i> .....	8
2.2.4.1 <i>Melatonina</i> .....	8
2.2.4.2 <i>Hormônio Luteinizante (LH) e Folículo Estimulante (FSH)</i> .....	9
2.2.5 <i>Tipos de programas de luz</i> .....	10
2.2.6 <i>Utilização de programas de luz</i> .....	12
2.2.7 <i>Dia subjetivo</i> .....	19
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO E DURAÇÃO .....	21
3.2 INSTALAÇÕES, AVES E MANEJO .....	21
3.3 EXPERIMENTO .....	24
3.4 VARIÁVEIS ESTUDADAS .....	27
3.4.1 <i>Medidas de desempenho</i> .....	27
3.4.1.1 <i>CONSUMO DE RAÇÃO (g/ave/dia)</i> .....	27
3.4.1.2 <i>PRODUÇÃO DE OVOS (%)</i> .....	27
3.4.1.3 <i>PERDA DE OVOS (%)</i> .....	28
3.4.1.4 <i>PESO DOS OVOS (g)</i> .....	28
3.4.1.5 <i>MASSA DOS OVOS (g/ave/dia)</i> .....	28
3.4.1.6 <i>CONVERSÃO ALIMENTAR (g/g)</i> .....	28
3.4.1.7 <i>VIABILIDADE DAS AVES (%)</i> .....	28
3.4.2 <i>Medidas de qualidade externa dos ovos</i> .....	28
3.4.2.1 <i>PESO DA CASCA (g)</i> .....	28
3.4.2.2 <i>ESPESSURA DA CASCA (mm)</i> .....	29
3.4.2.3 <i>PESO ESPECÍFICO DOS OVOS (g/cm<sup>3</sup>)</i> .....	29
3.4.3 <i>Medidas de qualidade interna dos ovos</i> .....	29
3.4.3.1 <i>ALTURA DO ALBUMEN (mm)</i> .....	29

3.4.3.2 UNIDADE HAUGH.....	29
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
4.1 POEDEIRAS LEVES .....	32
4.1.1 <i>Medidas de desempenho</i> .....	32
4.1.1.1 Consumo de Ração.....	32
4.1.1.2 Produção de ovos.....	34
4.1.1.3 Perda de ovos.....	38
4.1.1.4 Peso de ovos .....	39
4.1.1.5 Massa de ovos .....	41
4.1.1.6 Conversão alimentar .....	44
4.1.1.7 Viabilidade das aves .....	46
4.1.2 <i>Medidas de qualidade externa dos ovos</i> .....	48
4.1.2.1 Peso da casca dos ovos .....	48
4.1.13 Espessura da casca dos ovos.....	49
4.1.2.3 Peso específico de ovos .....	50
4.1.3 <i>Medidas de qualidade interna dos ovos</i> .....	52
4.1.3.1 Altura do albúmen dos ovos .....	52
4.1.3.2 Unidade Haugh.....	54
4.2 POEDEIRAS SEMI-PESADAS.....	56
4.2.1 <i>Medidas de desempenho</i> .....	56
4.2.1.1 Consumo de Ração.....	56
4.2.1.2 Produção de ovos.....	58
4.2.1.3 Perda de ovos.....	61
4.2.1.4 Peso de ovos .....	62
4.2.1.5 Massa de ovos .....	64
4.2.1.6 Conversão alimentar .....	67
4.2.1.7 Viabilidade das aves .....	69
4.2.2 <i>Medidas de qualidade externa dos ovos</i> .....	70
4.2.2.1 Peso da casca dos ovos .....	70
4.2.2.2 Espessura da casca dos ovos.....	71
4.2.2.3 Peso específico dos ovos .....	73
4.2.3. <i>Medidas da qualidade interna do ovo</i> .....	74
4.2.3.1 Altura do albúmen .....	74
4.2.3.2 Unidade Haugh.....	76
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>79</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>80</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>85</b>
ANEXO A .....	88
ANEXO B.....	97
ANEXO C.....	98
ANEXO D .....	99

## SUMÁRIO DAS TABELAS

TABELA	DESCRIÇÃO	PÁGINA
1	Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na ração . . . . .	23
2	Composição centesimal e bromatológica da ração . . . . .	24
POEDEIRAS LEVES		
3	Consumo de ração (g/ave/dia) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	33
4	Produção de ovos (%/ave) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	36
5	Perda de ovos (%) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	39
6	Peso de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	41
7	Massa de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	43
8	Conversão alimentar (g/g) das aves de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	45
9	Viabilidade (%) de aves de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	48
10	Peso da casca (g) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	49
11	Espessura da casca (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	50
12	Peso específico de ovos (g/cm <sup>3</sup> ) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	52
13	Altura do albúmen (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	54
14	Unidade Haugh de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	56
POEDEIRAS SEMI-PESADAS		
15	Consumo de ração (g/ave/dia) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	58
16	Produção de ovos (%/ave) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	60
17	Perda de ovos (%) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	62

TABELA	DESCRIÇÃO	PÁGINA
18	Peso de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	63
19	Massa de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	65
20	Conversão alimentar (g/g) das aves de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	68
21	Viabilidade (%) das aves de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	70
22	Peso da casca (g) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	71
23	Espessura da casca (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	72
24	Peso específico de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	74
25	Altura do albúmen (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	76
26	Unidade Haugh de ovos de acordo com o programa de iluminação e período . . . . .	78

## RESUMO

FREITAS, Henrique Jorge. **Avaliação de programas de iluminação para poedeiras leves e semi-pesadas**. Lavras: UFLA, 2003. 99p. (Tese - Doutorado em Zootecnia)<sup>1</sup>.

Com o objetivo de avaliar o efeito de programas de iluminação para poedeiras leves e semi-pesadas, foram realizados dois experimentos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Foram testados um programas de iluminação intermitente e outro com apenas iluminação natural, em dias de luminosidade crescente, em comparação com um programa contínuo utilizando 288 poedeiras leves e 192 semi-pesadas. As aves foram alojadas em galpão dividido em 3 ambientes, de forma que a iluminação de um não interferisse na do outro. O período experimental teve duração de 112 dias, dividido em quatro períodos de 28 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, com restrição nos tratamentos, e oito repetições. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste SNK (5%). No experimento com poedeiras leves, as aves do programa de iluminação contínuo apresentaram maior consumo de ração ( $P<0,05$ ) e pior conversão alimentar, enquanto as do programa com luz natural, maior produção e massa de ovos e menor unidade Haugh. As aves do programa com iluminação intermitente apresentaram melhor viabilidade ( $P<0,05$ ) e menor altura de albúmen e peso de casca dos ovos. No experimento com as poedeiras semi-pesadas as aves do programa luz natural apresentaram menor produção e massa de ovos além de pior conversão alimentar. Conclui-se que programas de iluminação intermitente e apenas a iluminação natural, em dias de luminosidade crescente, para poedeiras leves ao final de produção, podem ser usados em galpões abertos, mantendo a produtividade sem alterar a qualidade dos ovos. Poedeiras semi-pesadas submetidas à luz natural apresentam redução nos índices zootécnicos; no entanto, a qualidade dos ovos é mantida. Para estas aves, o programa de iluminação intermitente permite manter a produtividade sem alterar a qualidade dos ovos.

---

<sup>1</sup> Comitê orientador: Judas Tadeu de Barros Cotta - UFLA (Orientador); Antonio Ilson Gomes de Oliveira - UFLA; Luis David Solis Murgas – UFLA; Ana Teresa de Mendonça Viveiros – UFLA.

## ABSTRACT

FREITAS, Henrique Jorge. Evaluation of lighting program for light and semi-heavy layers. Lavras: UFLA, 2003. 99p. (Thesis – Doctorate in Animal Science)<sup>1</sup>.

To evaluate the effect of lighting programs for light and semi-heavy layers, two experiments at the Department of Animal Science of the Federal University of Lavras were conducted. An intermittent lighting program and another with only natural lighting on days of growing lighting as compared with a continuous program by utilizing 288 light and 192 semi-heavy layers were tested. The hens were housed in a house divided into three environments in such a way the lighting of one did not interfere with that of the other. The experimental period lasted 112 days, divided into four periods of 28 days. The design utilized was the completely randomized with restriction in the treatments and eight replicates. The means of the treatments were compared with the SNK test (5%). In the experiment with light layers, the hens of the continuous lighting program presented greater consumption of ration ( $P < 0.05$ ) and worse feed conversion whereas those of the natural light program, greater yield and egg mass and smaller Haugh unit. The hens in the program with intermittent lighting presented better viability ( $P < 0.05$ ) and less albumen height and weight of eggshell. In the experiment with semi-heavy layers, the hens of the natural light program presented less yield and egg mass in addition to poorer feed conversion. It follows that intermittent lighting program and only natural lighting on days of growing lighting for light layers in the late production may be used in open houses keeping yield without altering egg quality. Semi-heavy layers submitted to natural light present reduction in the performance, nevertheless, egg quality is kept. For these birds, intermittent lighting program enables to keep yield without altering egg quality.

---

<sup>1</sup> Adviser Committee: Judas Tadeu de Barros Cotta – UFLA; Antonio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA; Luis David Solis Murgas – UFLA; Ana Teresa de Mendonça Viveiros – UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é um importante setor da economia nacional e mundial, alcançando índices produtivos altamente relevantes. A avicultura mineira se insere nesse contexto com uma parcela produtiva significativa.

No Brasil, a criação intensiva de aves é realizada em galpões abertos com vistas ao aproveitamento dos recursos ambientais existentes. Os galpões de criação são equipados com a perspectiva de otimizar o desempenho zootécnico da produção. Essa modernização tecnológica, ao longo dos anos, certamente não levou em consideração a limitação quanto ao uso de energia elétrica, hipótese até há pouco tempo não questionada.

O racionamento de energia elétrica em 2001, segundo as Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG (2001), ocorreu em razão de vários fatores. Entre eles pode-se citar a redução de investimento no setor de geração e distribuição, o aumento da demanda, a dependência de usinas hidroelétricas e a escassez de chuvas. Esta situação determinou que medidas de emergência fossem aplicadas, objetivando a diminuição do consumo de energia elétrica, bem como a aumentar a geração e distribuição. Os diversos setores produtivos da economia tiveram de se ajustar à nova realidade.

Para integrar o setor avícola à nova realidade energética, diversos estudos são necessários visando adaptar a atividade à atual e futura conjuntura. A simples substituição de lâmpadas incandescentes por outras de vapor de sódio traria como consequência uma economia de cerca de 70% de energia elétrica. Outros procedimentos, como cálculo da quantidade de lâmpadas por galpão, verificação da luminosidade realmente necessária para as aves, limpeza periódica de lâmpadas e aplicação de programas de luz adequados, causariam redução de consumo ainda mais significativa.

Em aves de postura já é bastante conhecida a função da luz elétrica com o objetivo de aumentar o fotoperíodo e estimular a produção de ovos. No Brasil, poucos pesquisadores têm dado a devida atenção ao estudo deste tema. Sabe-se que os produtores de ovos julgam que quanto mais luz for fornecida às suas poedeiras, melhor será o desempenho das aves.

Em vários países da Europa e nos Estados Unidos, tem-se trabalhado há algum tempo com um programa de luz que invoca o conceito de “dia subjetivo”. O dia subjetivo tem como base a existência, na ave, de um relógio biológico que marca o início e o término do dia. A ave consegue distinguir um dia longo de um dia curto através deste relógio.

Nestes países, o uso deste conceito de manejo luminoso permite reduzir o período de iluminação artificial diário usado na produção de poedeiras, sem que os índices zootécnicos sejam afetados. No Brasil, estima-se que a redução no consumo de energia elétrica, nestas condições, poderia chegar a cerca de 90%. Isto beneficiaria diretamente o produtor avícola, em decorrência da diminuição do custo de produção. Outra consequência seria a contribuição do setor com o plano nacional de racionamento de energia elétrica.

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico e qualidade dos ovos de poedeiras leves e semi-pesadas, ao final do primeiro ciclo de postura.



## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### 2.1 Mecanismo de visão das aves

A retina é formada por uma membrana muito fina, com aproximadamente 200 micrômetros de espessura. Nas aves ela contém cerca de 6,5 milhões de bastonetes, 125 milhões de cones e 1 milhão de fibras nervosas (Campos, 2000).

Os cones são formados por glóbulos coloridos e estão relacionados com a visão diurna; os bastonetes são responsáveis pela visão noturna. A retina das aves apresenta menos bastonetes e mais cones do que a humana (Getty, 1981).

#### 2.1.1 Teoria da visão

A luz que incide sobre a retina dos olhos atinge áreas associadas do cérebro, representadas pela glândula pineal, o hipotálamo e fotoreceptores. A energia contida nos fótons é transformada em estímulos nervosos. Os estímulos da luz não dependem apenas de fotoreceptores oculares.

Ao contrário do que é observado nos mamíferos, a percepção da informação luminosa nas aves é muito mais importante pela via transcraniana do que pela via ocular, segundo Sauveur (1996). O mesmo autor relata que o escurecimento do crânio de pardal com tinta preta bloqueia a resposta sexual, enquanto a privação do globo ocular não apresenta o mesmo efeito.

Trabalhando com galinhas geneticamente cegas Ali & Cheng (1985) concluíram que os olhos, embora sejam dispensáveis para a reprodução, têm papel fundamental na sincronização dos ritmos biológicos circadianos (diários).

### 2.1.2 A acuidade visual

A acuidade visual pode ser definida como a sensibilidade dos olhos em responder a um estímulo mínimo de luz. Reflete a capacidade do poder de resolução. Esse poder depende exclusivamente das estruturas de cones e bastonetes, de suas concentrações e do espaço entre os mesmos.

A acuidade visual das aves não é superior à dos seres humanos. No entanto, a percepção de detalhes é muito maior e mais rápida, capacidade esta explicada pela grande quantidade de cones presentes na retina das aves.

### 2.1.3 A percepção da luz

No olho a energia dos fótons é transformada pelos pigmentos fotosensíveis contidos nos cones e bastonetes, em energia biológica; ela é transmitida pelos neurônios para o cérebro, no qual o sinal é integrado em uma imagem. Para a finalidade de reprodução, a percepção da luz não depende dos fotoreceptores do olho (Etches, 1994).

A luz transmitida por via ocular é percebida graças a um pigmento fotoreceptor, provavelmente a rodopsina. É graças a tal estímulo que a informação fotoperódica é conduzida ao hipotálamo e a glândula pineal (Foster & Follett, 1985). Desta forma, os fotoreceptores são os transformadores biológicos que convertem a energia dos fótons em impulsos neurais. Os impulsos neurais estimulam o sistema endócrino, o que permite controlar as funções gonadais e, por conseguinte, as funções reprodutivas (Etches, 1994).

### 2.1.4 A visão da cor

As aves de hábitos diurnos possuem visão cromática e podem distinguir as cores. Esta particularidade está relacionada com o maior número de cones em relação aos bastonetes. As de hábitos noturnos têm visão acromática,

predominando os bastonetes sobre os cones, devendo-se lembrar de que os bastonetes estão estritamente ligados à visão noturna (Campos, 2000).

Hess, citado por Campos (2000), coloriu grãos com várias cores em um ambiente iluminado e os forneceu para uma galinha. A galinha ingeriu os grãos amarelos, verdes, laranjas e vermelhos, deixando os violetas e azuis, os que apresentam menor comprimento de onda. O experimento mostrou que as galinhas apresentam uma capacidade visual, em comprimentos de onda, que varia de 3.950 a 7600 Å.

As aves são praticamente cegas para a cor azul, o que permite a utilização deste comprimento de onda para capturá-las. Os receptores hipotalâmicos são sensíveis a todos os comprimentos de onda visíveis. Mas são as radiações vermelho-alaranjadas que têm maior capacidade de penetração transcraniana, sendo as mais eficazes (Cotta, 1997).

Diversos pesquisadores entre os quais Campos (2000) afirmam que galinhas apresentam uma sensibilidade visual que está situada entre 4.500 a 7.600 Å (do verde ao amarelo).

## 2.2 Efeito da luz sobre o desenvolvimento das aves

Dentre os diversos fatores ambientais que interferem no desempenho das galinhas de postura encontra-se a energia luminosa. Grande parte dos seus efeitos estão associados ao ritmo circadiano que coordena eventos bioquímicos e comportamentais que afetam o desempenho das aves.

### 2.2.1 Ritmo circadiano

Ritmo circadiano, também chamado de biorritmo, é um conceito introduzido por Halberg em 1953 e representa o controle fisiológico das atividades metabólicas do indivíduo, através da luz. Em condições de iluminação natural, o organismo apresenta modificações fisiológicas durante o período de 24 horas do dia.

As aves distinguem um dia curto de um dia longo e este é o motivo principal da ocorrência da migração. Aves com este comportamento procuram regiões que apresentam dias mais longos, permitindo a reprodução.

O dia mais curto no hemisfério sul, 21 de junho, é conhecido por solstício de inverno, e o mais longo, 21 de dezembro, por solstício de verão. Entre o solstício de inverno e o de verão, os dias têm luminosidade crescente, o que estimula a maturidade sexual. De modo contrário, a partir do solstício de verão, o fotoperíodo diminui, os dias se tornam mais curtos, inibindo o ciclo reprodutivo da galinha (Cotta, 1997).

Vários estudos demonstram que a resposta aos estímulos da luz é periódica e esse período se denomina fase fotosensível. Quando a ave recebe o primeiro estímulo luminoso (natural ou artificial), o relógio circadiano é ativado. A sensibilidade fotoperiódica é máxima entre 10 e 15 horas. Após esse período a ave se torna fotorefratária, podendo-se concluir que fotoperíodos curtos não atingem a fase fotosensível, enquanto dias longos têm essa capacidade (Sauveur, 1996).

### 2.2.2 Intensidade de luz

A intensidade da luz não se relaciona com o comprimento de onda e cor. Ela é medida com o auxílio de um aparelho chamado luxímetro, que mede o brilho da luz incidindo sobre uma superfície.

O conceito de intensidade de luz não deve ser confundido com o de duração do fotoperíodo. Uma forte intensidade de luz não compensa os efeitos de uma pequena duração de período luminoso. O rendimento luminoso depende da natureza da lâmpada, da sua potência e da tensão do setor (Cotta, 1997).

Para medir a intensidade de luz usa-se o lux que corresponde à iluminação de uma superfície de um  $m^2$ , situada a um metro de distância da fonte luminosa. O fluxo luminoso emitido por uma lâmpada é expresso em

lúmen e sabe-se que 1 lúmen corresponde a 5,38 lux/m<sup>2</sup> (Baião & Aguilar, 1999).

Para se determinar o fluxo luminoso em um galpão, Castelló Llobet, citado por Cotta (1997), apresenta a seguinte fórmula:

$$nF = E_{sd} / u, \quad \text{em que:}$$

n = número de lâmpadas;

F = fluxo luminoso de cada lâmpada;

E = iluminação desejada em lux;

S = superfície do aviário (m<sup>2</sup>);

d = fator de depreciação, ligado ao estado da lâmpada;

u = fator de utilização, ligado a vários parâmetros.

Os valores de d e u são difíceis de serem apreciados pois dependem de avaliações que são subjetivas, podendo variar se feitos por pessoas diferentes.

Segundo Baião & Aguilar (1999), nem toda luz gerada por uma lâmpada chega à altura do dorso das aves. Muitos raios de uma lâmpada sem refletor alcançam as aves somente depois de refletirem em uma superfície ou objeto. Cerca de 30% da iluminação é absorvida pelas paredes, teto, entre outros. Além disso, outros fatores podem também reduzir a luminosidade. Portanto, considera-se que somente 49% dos lúmens de uma lâmpada estão disponíveis para as aves.

Com o objetivo de diminuir os gastos com energia elétrica, os produtores têm usado lâmpadas fluorescentes que produzem 4 a 5 vezes mais lúmens por watt e têm vida útil 10 ou mais vezes superior às incandescentes (Baião & Aguilar, 1999).

### 2.2.3 Tipos de luz

A luz solar direta e a refletida pela lua são classificadas como naturais. No entanto, elas não produzem um período luminoso constante ao longo de todo o ano.

A luz artificial é utilizada complementando a luz natural, indispensável na criação de galinhas para produção de ovos. O trabalho pioneiro utilizando luz incandescente para poedeiras foi desenvolvido por Benoit, em 1930.

Os principais tipos de lâmpadas existentes no mercado são as incandescentes, fluorescentes, de sódio e de mercúrio. Atualmente, as mais utilizadas nas instalações avícolas são as incandescentes e fluorescentes. Apesar do custo inicial mais alto, as lâmpadas fluorescentes apresentam vantagem sobre as incandescentes pois fornecem maior intensidade luminosa, maior durabilidade, menor manutenção e menor consumo de energia.

Quisemerry citado por Campos (2000), comparou programas de luz para poedeiras comerciais utilizando lâmpadas fluorescentes e incandescentes e seus efeitos sobre o peso das aves, produção e peso dos ovos e conversão alimentar, não encontrando diferenças nas variáveis analisadas.

Da mesma forma, Ingram et al. (1987) compararam o emprego de lâmpadas fluorescentes e incandescentes, em programas de luz para reprodutores pesadas, e não observaram diferenças significativas no peso do ovo, % de eclosão, % de fertilidade e % de ovos incubáveis.

### 2.2.4 EFEITO DA LUZ SOBRE A PRODUÇÃO DE HORMÔNIOS

#### 2.2.4.1 Melatonina

A melatonina é secretada pela glândula pineal segundo um ritmo dia/noite bem definido (Arendt, 1986). O ritmo de secreção da melatonina é endógeno e o papel da luz é sincronizar esse ritmo endógeno em um período de

24 horas. A secreção exclusivamente noturna é observada sobre todos os animais e os níveis de secreção variam com a espécie (Sauveur, 1996).

A melatonina é sintetizada a partir do triptofano e diferentemente da maior parte dos outros hormônios, ele não é estocada dentro de vesículas após sua liberação (Reiter, 1981).

A importância da melatonina no controle da reprodução foi demonstrada pela possibilidade de produção do efeito de dias curtos sobre animais expostos a dias longos. Em dias longos, a melatonina é secretada após uma noite de duração curta como por exemplo 16L:4E (Malpoux et al, 1996).

A melatonina pode agir em diferentes níveis no eixo hipotálamo-hipofisário e gonadal. Uma etapa bem definida de sua ação é sobre o sistema nervoso central. O efeito maior da melatonina ocorre modificando a frequência de liberação do Hormônio Liberador do Hormônio Luteinizante (GnRH), o qual por sua vez, modifica a liberação do Hormônio Luteinizante (LH) e a atividade gonadal (Vigié et al, 1995).

#### 2.2.4.2 Hormônio Luteinizante (LH) e Folículo Estimulante (FSH)

A luz percebida por fotoreceptores se transforma em sinal biológico. Os fotoreceptores no hipotálamo são os transformadores biológicos que convertem a energia dos fótons em impulsos neurais. Os impulsos são amplificados pelo sistema endócrino que controla as funções testiculares e ovarianas e, por consequência, as funções reprodutoras, comportamentais e as características sexuais secundárias (Etches, 1994).

Através desse mecanismo há liberação do hormônio liberador das gonadotropinas (GnRH) pelo hipotálamo. Este hormônio age sobre os gonadotrofos da hipófise e estes respondem produzindo o LH e o FSH e secretando-os na corrente circulatória (Etches, 1994).

O LH e o FSH se ligam a receptores da teca e células granulosas do folículo ovariano estimulando a produção de andrógeno e estrógeno pelos folículos pequenos e progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores. Nos machos estimulam a produção de espermatozóides e vários andrógenos, além da progesterona (Etches, 1993).

O fotoperíodo representa um dos fatores naturais responsáveis pelo controle do biorritmo do indivíduo. Assim, fenômenos relacionados com a migração das aves, época de reprodução, hibernação e muda constituem alguns dos fatores implicados com a presença da luz.

Na produção das aves a luz age sobre a intensidade e persistência da postura, sendo verificado, no inverno, aumento da produção de ovos ocasionado pela persistência da postura, com o atraso da muda natural das aves. Diversas pesquisas foram realizadas com a introdução de programas de luz para poedeiras. Apesar disso, a correta aplicação de programas de luz gera controvérsias, contribuindo para que novas pesquisas sejam realizadas.

#### 2.2.5 Tipos de programas de luz

O objetivo principal de um programa de luz é o de retardar a maturidade sexual das frangas, fazendo com que elas iniciem a postura por volta de 20 semanas de idade. A partir daí, o objetivo é estimular a produção de ovos e sincronizar a postura.

Os programas de luz se classificam de acordo com o fotoperíodo em hemerais e ahemerais. A palavra hemeral é de origem grega, onde “hemera” quer dizer “dia” (Etches, 1994).

Os programas hemerais são compostos de períodos de 24 horas distribuídos em duas fases distintas denominadas de fotofase (fase clara) e escotofase (fase escura). Quando as duas fases apresentam a mesma duração o



período é chamado de simétrico, e quando suas durações são diferentes, eles se chamam assimétricos.

Os programas hemerais também podem ser divididos em contínuos e intermitentes. Em um programa contínuo, as luzes natural e artificial são fornecidas de modo contínuo em instalações abertas ou a luz artificial é fornecida continuamente em ambientes controlados.

O programa intermitente é o resultado da combinação alternada de períodos de luz (L) e escuro (E). Esse programa tem como principal objetivo atender a secreção das gonadotropinas, principalmente de LH, que é secretado de maneira pulsátil. Dentre os programas intermitentes destacam-se os de Cornell e o Biomitente.

No programa de Cornell o dia de 24h é assim dividido 2L:4E:8L:10E, ou seja, duas horas de luz, quatro horas de escuro, oito horas de luz e dez horas de escuro (Van Tienhoven & Ostrander, 1976; Morris, 1988).

O programa Biomitente estabelece período de quinze horas de luz e nove horas de escuro (15L:9E). Durante as quinze horas de luz serão fornecidos estímulos curtos de 15 minutos de luz e 45 minutos de escuro a cada hora, sendo este último período ignorado pela ave. Este estímulo deve iniciar a partir de 36 semanas de idade das aves.

Morris (1988) realizou uma série de experimentos com poedeiras vermelhas comparando um programa crescente (16L:8E), biomitente (15L:45E por hora durante 15 horas com mais 9E) e Cornell (2L:4E:8L:10E) não encontrando nenhum efeito significativo na produção de ovos.

Os programas ahemerais incluem períodos de luz e escuro inferiores ou superiores a 24 horas e só podem ser usados em instalações com ambiente controlado.

Os programas mais utilizados atualmente são os hemerais assimétricos, visando a economia de energia elétrica.

### 2.2.6 Utilização de programas de luz

O programa de luz ideal seria aquele que proporcionasse a máxima produção com o mínimo consumo de ração e gasto de energia elétrica.

Estudos sobre programas de iluminação para aves de postura vem sendo preconizados há várias décadas por diversos autores que relatam a influência dos mesmos sobre a fase de crescimento e maturidade sexual em galinhas poedeiras.

A iluminação artificial para poedeiras, complementando a luz natural, vem sendo utilizada há várias décadas e o trabalho de Dougherty (1922) com luz artificial para produção de ovos no inverno parece ser um dos pioneiros (Campos, 2000).

Diversos programas de iluminação foram testados por vários pesquisadores e os resultados obtidos, no desempenho zootécnico e qualidade interna e externa dos ovos, variaram segundo o programa utilizado.

Shutze et al. (1963) estudaram o efeito da luz sobre as características fisiológicas e econômicas de galinhas poedeiras e verificaram que a redução no fotoperíodo de 22 para 16 horas comparado com a redução de 16 para 9 horas não afeta o peso corporal às 6, 12 e 20 semanas de idade em galinhas. A maturidade sexual nas aves que receberam o primeiro programa luminoso foi antecipada, o que prejudicou a subsequente produção de ovos.

Estudando o efeito de vários programas de luz, Lowe & Heywang (1964) concluíram que o aumento do fotoperíodo de 8 para 16 horas às 14 semanas de idade, antecipa a postura do primeiro ovo e a diminuição do fotoperíodo de 16 para 8 horas, retarda a postura do primeiro ovo. Aves que tiveram a iluminação aumentada às 14 semanas apresentaram peso médio do primeiro ovo menor em comparação com as que tiveram a iluminação diminuída.

O conceito de dia subjetivo foi estudado por Mongin et al. (1978). Observaram que a ovulação, postura e modo de alimentação apresentada no

segundo período luminoso sob um fotoperíodo de 2L:12E:2L:8E é interpretado pela ave, como o início do dia subjetivo. A interpretação é independente do período luminoso ao qual a ave está submetida. Em cada período de 2L cerca de 1/3 do alimento diário é consumido. O outro terço é consumido no período de 8E. Pouco ou quase nada é consumido no período de 12E.

Sob programas que evocam o conceito de Dia Subjetivo, Mongin (1980) afirma que o período máximo de atividade das galinhas é de 15 horas e que o período cotidiano de atividade não pode ser prolongado indefinidamente, qualquer que seja o tipo de dia subjetivo utilizado.

Durante 12 meses por Skoglund & Whittaker (1980) testaram os programas 8L:10E:2L:4E; 4L:10E:2L:8E e 2L:10E:2L:10E, afirmando que aquele com fotoperíodo de quatro horas é suficiente para a produção de ovos ao se comparar com os demais.

Galinhas Leghorn brancas foram criadas por Harrison et al. (1980) recebendo 8 horas de luz por dia. Às 15, 18 e 21 semanas de idade foram transferidas para gaiolas recebendo 14 horas de luz. As variáveis convencionais de postura foram avaliados até à 63ª semana de idade e os autores concluíram que a partir da 26ª semana, a idade de modificação do período luminoso não alterou a produção de ovos, o consumo de alimento e a qualidade da casca.

Dois grupos de poedeiras foram transferidas de um regime luminoso de 14L:10E para programas repetitivos de 3L:3E e 4L:4E às 37 semanas de idade por Nys & Mongin (1981). Com essa mudanças, puderam concluir que a produção de ovos diminuiu significativamente mas o peso dos ovos e a qualidade da casca aumentaram. Também verificaram que a postura foi distribuída por todo o dia.

Com a finalidade de avaliar o desempenho zootécnico de poedeiras, Sauveur & Mongin (1983) submeteram 60 galinhas a diferentes programas de iluminação. Ao final, observaram que o número de ovos foi menor em períodos

menores de luz/escuro mas, a massa de ovos foi semelhante em todos os programas. Em geral, o peso dos ovos e a qualidade da casca foi aumentado com a diminuição do ciclo luminoso.

Engster citado por Ernst et al. (1984) demonstrou um sistema para economizar energia elétrica com o fornecimento de 15 minutos de luz por dia. Os testes foram realizados com aves apresentando 36 semanas de idade obtendo-se diminuição do consumo de ração e redução na produção de ovos. Atualmente não são usados programas de iluminação em aves com menos de 36 semanas de idade.

Revisão sobre iluminação intermitente foi realizada por Rowland (1985) comentando que os programas de iluminação simétricos podem retardar a maturidade sexual nas poedeiras. Uma característica constante nestes programas é a dessincronização da postura. Quanto a produção de ovos, ela é diminuída mas a qualidade da casca dos ovos é melhorada. Há redução no consumo de ração enquanto a massa de ovos e a eficiência alimentar variam conforme o modelo de iluminação utilizado. Em sistemas de iluminação assimétricos a postura não é, geralmente, afetada e também não apresenta efeito sobre a eficiência alimentar e a massa de ovos.

Estudando os efeitos de programas de iluminação intermitentes Lewis & Perry (1986) compararam dois regimes luminosos de 8L:4E:2L:10E e 30 minutos de luz seguido por 30 minutos de escuro em cada hora e verificaram que não houve diferença na atividade alimentar da aves e no total de alimento ingerido. No entanto quando foi fornecido 15 minutos de luz e 45 de escuro em cada hora do período luminoso, houve redução em ambas as variáveis. Verificaram também que as aves não se alimentaram durante as 10 horas de escuro.

No mesmo ano, Koelkebeck comparou o efeito do fotoperíodo contínuo e intermitente sobre a produção e qualidade dos ovos de galinhas Leghorn

brancas. Concluíram que a maior produção de ovos ocorreu quando do uso do programa contínuo mas, as aves submetidas ao programa intermitente consumiram menor quantidade de ração. Peso e massa do ovo, Unidade Haugh e eficiência alimentar não foram afetados pelos tratamentos.

Em uma revisão sobre os programas de luz Ernest et al. (1987) relatam que os programas reduzidos de iluminação retardam a maturidade sexual das aves. A diminuição das horas do dia em qualquer idade antes que o programa fotoestimulatório seja iniciado, retarda a maturidade sexual. A maturidade sexual mais tardia leva a obtenção de ovos com maior tamanho mas a taxa de produção pode ser reduzida no ciclo seguinte. A iluminação intermitente pode reduzir o uso de energia elétrica e melhorar a conversão alimentar mas não se recomenda seu uso antes de 36 semanas porque resultará em redução na produção de ovos.

Morris (1988) realizou uma série de experimentos com poedeiras vermelhas comparando um programa crescente (16L:8E), biomitente (15L:45E por hora durante 15 horas com mais 9E) e Cornell (2L:4E:8L:10E) não encontrando nenhum efeito na produção de ovos.

Em 1988 Morris et al. realizaram experimento com programa de iluminação de Cornell e concluíram que o programa reduz o consumo de energia elétrica, provavelmente diminui o consumo de alimento e leva a maior produção de ovos.

No mesmo ano, Midgley, Morris e Butler realizaram experimento usando o programa Biomitente para poedeiras, constatando que o uso deste resulta em diminuição do consumo de ração e manutenção da produção de ovos.

March et al (1990) estudaram o comportamento das aves submetidas a diferentes fotoperíodos e observaram que foram encontradas diferenças entre as aves que receberam período luminoso de 14L:10E quando comparadas com outras que receberam 8L:4E:2L:10E. A diferença ocorreu somente durante as 4h

do período escuro quando as aves mudaram seu comportamento e passaram do estado de atividade para o estado passivo.

Foram conduzidos dois experimentos por Morris et al. (1990) com poedeiras marrons para determinar a idade para o início de um período Biomitente (15L:45E) em cada hora em um período de 16 horas. O programa foi iniciado às 18, 24, 30 e 36 semanas de idade das aves. A produção de ovos foi semelhante para todos os tratamentos mas o tamanho dos ovos foi influenciado pelo programa de iluminação. Os autores concluíram que o programa Biomitente pode ser iniciado, a partir de 24 semanas de idade, caso o objetivo seja maior tamanho de ovo.

Lewis & Perry (1990) não encontraram diferença no tempo médio de postura, na distribuição de postura e na proporção de ovos em poedeiras com um modelo de iluminação com 8 horas de luz quando comparado com aves que receberam iluminação intermitente com mesmo período luminoso.

Comparando o desempenho de poedeiras marrons que receberam programa de iluminação contínuo e assimétrico, Lewis & Perry (1990) verificaram que o número de ovos e a média de seus pesos foram semelhantes. O consumo de ração não foi menor como reportado na literatura. A qualidade da casca não foi afetada na 60ª semana de idade. O programa intermitente favoreceu a uma menor deposição de gordura na carcaça.

Lewis et al. (1992) estudaram o efeito de regimes luminosos intermitentes sobre a taxa de mortalidade em poedeiras. Relataram que dados de 36 trabalhos indicam que o programa intermitente geralmente melhora a viabilidade das poedeiras. Programas biomitentes com baixa luminosidade resultam em melhor viabilidade das aves. Recomendam um mínimo de 8 horas de iluminação por ciclo de 24 horas. Comentam também que os ciclos assimétricos e biomitentes reduzem a obesidade e o estresse e que esses programas induzem respostas endócrinas semelhantes nas aves.

Em experimento que avaliou a maturidade sexual das aves submetidas a mudança de fotoperíodo Shanawany (1992) concluiu que no início da postura, quando a taxa de maturação folicular é rápida, a mudança para um ciclo luminoso curto reduz a postura no entanto, quando a mudança é feita para um ciclo longo a postura aumenta.

Trabalhando com mudança de fotoperíodo para modernos híbridos de postura, Charles & Tucker (1993) afirmam que pelos experimentos desenvolvidos pode-se sugerir que estas aves são tão geneticamente predispostas à postura que quase se apresentam refratárias às mudanças de regime luminoso.

O uso de fotoperíodo em aves reprodutoras e de postura comercial é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para o produtor avícola. O início da postura pode ser antecipado ou retardado, a taxa de postura pode ser influenciada e seu intervalo alterado, a qualidade da casca pode ser melhorada, o tamanho do ovo pode ser otimizado e a eficiência alimentar pode ser maximizada pelo fornecimento apropriado de um regime luminoso (Etches, 1994).

Dois programas de iluminação intermitentes foram testados por Morris & Butler (1995). O biomitente com um programa assimétrico de 0,25L:0,75E por 16 horas com 8 horas de escuro e um programa simétrico com 4 períodos de 3L:3E. No programa biomitente o tamanho dos ovos aumentou em 2% e melhorou em 3% a qualidade da casca. O consumo alimentar foi similar nos dois programas.

Lewis et al. (1995) estudaram o efeito do fotoperíodo de 8, 10, 13 e 18 h, sobre o tempo médio de postura de poedeiras brancas e marrons concluindo que o tempo médio de postura foi avançado em ½ hora para cada hora de extensão do fotoperíodo. No mesmo regime luminoso o tempo médio de postura das aves de linhagem marrom foi 1,2 a 1,4 horas antes das aves de linhagem branca.

Os mesmos autores em 1996 estudando o efeito do aumento de cinco horas de luz e oportunidade de alimentação sobre a idade do primeiro ovo em aves marrons criadas até os 63 dias com 8 h de luz, comparadas com um grupo controle que permaneceu com iluminação constante, apresentou o primeiro ovo 33 dias mais cedo enquanto o consumo alimentar foi semelhante.

Estes autores no mesmo ano também estudaram o efeito do fotoperíodo contínuo e sua mudança na idade de observação do primeiro ovo em galinhas e concluíram que o aumento do fotoperíodo de 8 para 13 horas, avançou a idade de obtenção do primeiro ovo em 23 dias, quando aplicado aos 53 dias de idade e somente em 6 dias quando fornecido após 119 dias de idade.

Em 1997, Lewis et al. realizaram experimento com duas linhagens de poedeiras para avaliar o efeito da mudança de fotoperíodo sobre a idade de primeiro ovo e desempenho zootécnico. O fotoperíodo foi trocado de 8 para 8, 10, 13 e 16 horas aos 42, 63, 84, 105, 126 e 142 dias de idade. Foi observado que a idade do primeiro ovo foi linearmente afetada pelo tamanho e tempo de troca do fotoperíodo. Aves da linhagem ISA responderam mais que as da linhagem Shaver. O primeiro ovo avançou mais na troca de 8 para 13 horas aos 63 e 84 dias de idade.

Renema et al. (2001) observaram o efeito estimulatório da intensidade de luz sobre a morfologia do ovário e da carcaça em galinhas de linhagens modernas e antigas. Foram usadas duas linhagens de leghorn branca, uma linhagem de poedeiras modernas e uma linhagem de poedeiras antiga (tratamento controle). As intensidades de luz usadas foram 1; 5; 50 e 500 lux. As poedeiras de linhagem antiga apresentaram maturidade sexual 9,1 dias depois que as aves de linhagem moderna e seu consumo de ração foi 7 % maior. O peso corporal destas aves foi maior assim como o peso de ovário. A intensidade de luz não afetou o tempo de maturidade sexual e também o peso corporal entre as



aves de cada linhagem, indicando que todas as intensidades estudadas estimulam o processo de maturidade sexual.

Renema & Robinson (2001) estudaram o efeito da intensidade de luz para fotoestimulação em quatro linhagens de poedeiras comerciais, duas brancas e duas marrons, sobre a morfologia de ovário e parâmetros de carcaça. A maturidade sexual foi similar para as linhagens branca mas, em comparação com as marrons, foram mais precoces. O peso corporal até a maturidade sexual foi menor nas linhagens brancas comparadas com as vermelhas. As aves da linhagem Isa-White apresentaram maior peso de ovário quando comparadas com as demais. As aves que receberam intensidade de luz de 1 lux apresentaram menor peso de ovário.

#### 2.2.7 Dia subjetivo

A expressão “dia subjetivo” designa o período durante o qual o animal permanece fisiologicamente ativo, mesmo na obscuridade (Cotta, 1997).

Quando um flash de luz é dado em um certo momento da noite, antes do amanhecer, a ave entende como o início do dia, ignorando o período escuro que se estabelece entre o flash e o clarear do dia. O mesmo ocorre após o escurecer, se um flash é dado em determinada hora da noite, o período entre o escurecer e o flash é ignorado. Esse período que o animal permanece acordado se chama dia subjetivo.

Mongin et al. (1978) mostraram, com respeito à ovulação, postura e consumo alimentar, que num programa de 2L:12E:2L:8E, as aves interpretam o segundo período de iluminação como o início do dia subjetivo. O horário foi realmente interpretado pelas aves como 2L:8E:2L:12E, com o dia subjetivo tendo 12 horas, ou seja 2L:8E:2L.

O período cotidiano de atividade não pode ser prolongado indefinidamente, qualquer que seja o tipo de dia subjetivo utilizado. Nas galinhas o período máximo de atividade é de 15 horas (Mongin, 1980).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e duração

Foram conduzidos dois experimentos, um com poedeiras leves e outros com poedeiras semi-pesadas no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Município de Lavras, localizada na Região Sul do Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21<sup>o</sup>14' de latitude sul e 45<sup>o</sup>00' de longitude oeste de Greenwich. A temperatura média de Lavras é de 19,4 °C (Brasil, 1992). O período experimental teve duração de 112 dias, divididos em quatro períodos de 28 dias, estendendo-se de 22/09/2002 a 11/01/2003.

#### 3.2 Instalações, aves e manejo

Os experimentos foram realizados em galpão convencional de postura com 16 x 8 m, provido de 96 gaiolas (0,30 x 0,40 x 0,40 m) dispostas em duas filas, com dois andares por fila. Os comedouros eram do tipo calha (0,25 m de largura), com protetor para evitar desperdício de ração e bebedouros tipo “nipple”, dispostos na parte superior e dando acesso a duas gaiolas.

O galpão foi dividido em quatro ambientes, utilizando lona de plástico preta, colocada perpendicularmente ao seu comprimento, do chão ao teto, de forma a evitar a passagem de luz de um ambiente para o outro. Foram usadas três divisões como ambientes experimentais, sendo a restante usada como escritório. Cada ambiente experimental continha 32 gaiolas, sendo a metade utilizada para o alojamento das poedeiras leves e as restantes, destinadas às aves semi-pesadas.

Foram utilizadas 288 poedeiras leves (Leghorn brancas) e 192 semi-pesadas (Isa Brown), no final do 1º ciclo de produção. No início do período

experimental as poedeiras leves apresentavam 51 semanas de idade, enquanto as semi-pesadas tinham 53 semanas. Elas foram adquiridas em plantel comercial e as poedeiras leves alojadas na base de 3 aves por gaiola enquanto, que as semi-pesadas foram alojadas 2 por gaiola.

Antes da chegada das aves elas se encontravam sob regime de iluminação contínua com fotoperíodo de 17 horas.

Com a chegada das aves, estas passaram a receber o regime de iluminação a que seriam submetidas por ocasião do período experimental. Este período pré-experimental teve a duração de 28 dias.

A composição bromatológica dos ingredientes utilizados no balanceamento da ração e a composição centesimal e bromatológica da ração são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na ração.

INGREDIENTE	MS(%) <sup>1</sup>	PB(%) <sup>1</sup>	EM(Kcal/kg) <sup>3</sup>	Ca(%) <sup>1</sup>	Pd(%) <sup>2</sup>
Milho Moído	88,40	8.80	3350	0,02	0,09
Farelo de Soja	89.50	45.50	2310	0,36	0,18
Calcário calcítico	-	-	-	38,20	-
Fosfato bicálcico	-	-	-	25,20	18,30
Óleo de soja	-	-	8786	-	-

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA.

<sup>2</sup>Considerou-se 1/3 do fósforo total como disponível.

<sup>3</sup>Dados obtidos de Rostagno et al. (2000).

TABELA 2 - Composição centesimal e bromatológica da ração.

INGREDIENTE	%
Milho triturado	63,59
Farelo de soja	22,79
Calcário Calcítico	8,79
Fosfato bicálcico	1,45
Sal comum	0,45
Óleo vegetal	0,65
DL-Metionina (99%)	0,06
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,10
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,10
Inerte (caulin)	2,00
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2750
Proteína Bruta (%)	15,80
Metionina (%)	0,32
Metionina + Cistina (%)	0,59
Lisina (%)	0,80
Cálcio (%)	3,80
Fósforo disponível (%)	0,36

<sup>1</sup> Níveis de garantia do produto por kg : Vit.A-10.000 UI; Vit.D<sub>3</sub>- 2.000 UI; Vit.E-15mg; Vit.K<sub>3</sub> - 2mg; Vit.B<sub>1</sub>-1,5mg; Vit.B<sub>2</sub> - 4mg; Vit.B<sub>6</sub> - 1mg; Ácido pantotênico - 5,5mcg; Nicotinamida-19mg; Ácido Fólico-2mg; Selênio- 0,25mg; Antioxidante-10mg.

<sup>2</sup> Níveis de garantia do produto por kg : Cobre-4mg; Ferro-20mg; Iodo-1,5mg; Manganês-75mg; Zinco-50mg.

As aves mortas, durante o período experimental, foram retiradas no mesmo dia, sendo anotada a sobra da ração existente no comedouro da sua parcela.

A temperatura ambiente (Anexo C) foi anotada diariamente, pela manhã, através de termômetro de máxima e mínima localizado no interior do galpão.

A iluminação foi feita com lâmpadas incandescentes de 40 watts. Semanalmente, as lâmpadas foram limpas visando manter um fluxo luminoso constante. A intensidade luminosa foi medida através de luxímetro em seis pontos distintos de cada ambiente e em três momentos: durante o dia, à noite com as luzes acesas e à noite com as luzes apagadas. Os resultados se encontram no Anexo D.

Em dois dos ambientes experimentais foram instalados “timers” com o objetivo de acender e apagar as luzes nos horários determinados. Em um destes ambientes, acoplado ao “timer” foi instalado um temporizador que possibilitou desligamento das luzes 15 segundos após terem sido acessas.

### 3.3 Experimento

As aves leves e semi-pesadas foram submetidas a 3 diferentes programas de luz nos quais, foi alterada a quantidade de luz fornecida.

Os programas testados foram:

Contínuo - As lâmpadas foram acesas às 4h e apagadas ao amanhecer; acesas novamente às 18 e apagadas às 19 horas, de forma que as aves recebessem um fotoperíodo contínuo de 15 horas (Figuras 1 e 2).

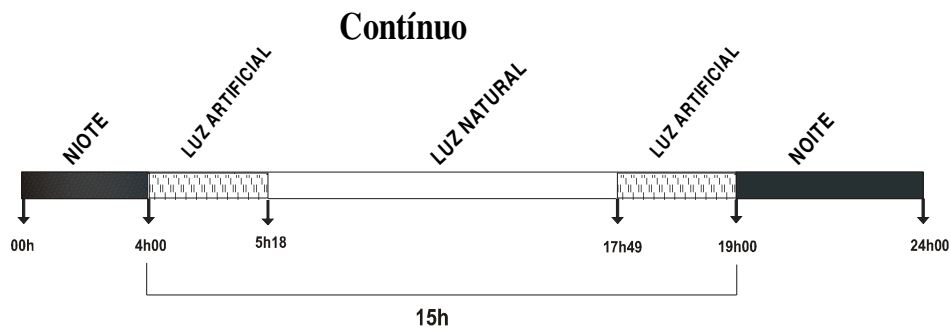


FIGURA 1 – Representação do programa de iluminação contínuo no início do período experimental.

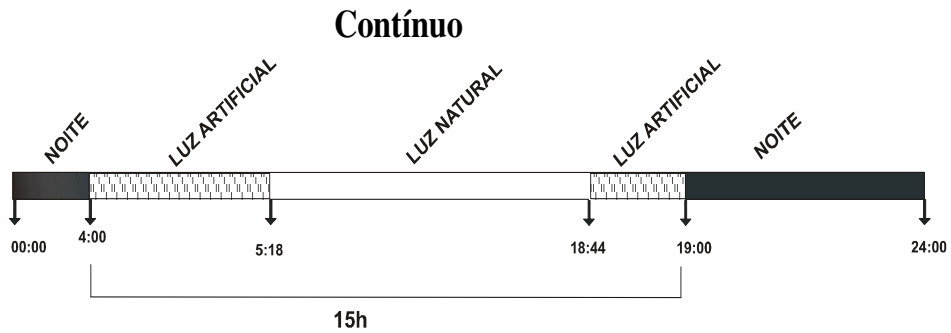


FIGURA 2 – Representação do programa de iluminação contínuo no final do período experimental.

Intermitente ou Dia Subjetivo - As lâmpadas foram acesas às 4h e apagadas 15 segundos após; foram novamente acesas às 18h59min45seg e apagadas às 19h. Evocando-se o conceito de “dia subjetivo”, foi considerado fotoperíodo intermitente de 15 horas (Figuras 3 e 4).

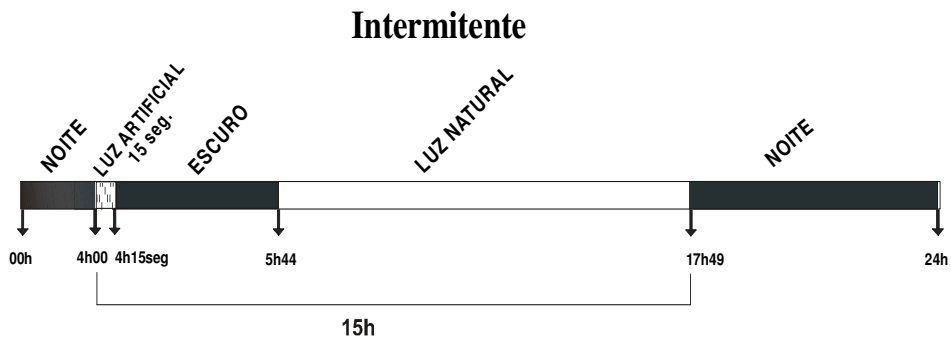


FIGURA 3 – Representação do programa de iluminação intermitente no início do período experimental.

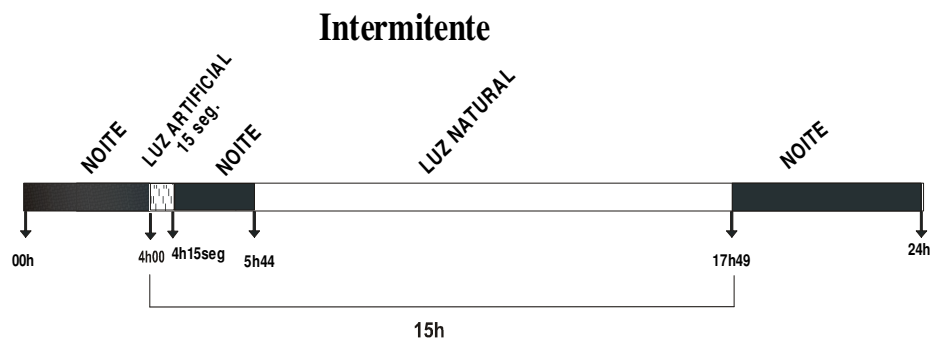


FIGURA 4 – Representação do programa de iluminação intermitente no final do período experimental.

Luz Natural - Somente foi fornecida iluminação natural, em dias de luminosidade crescente (Figuras 5 e 6).

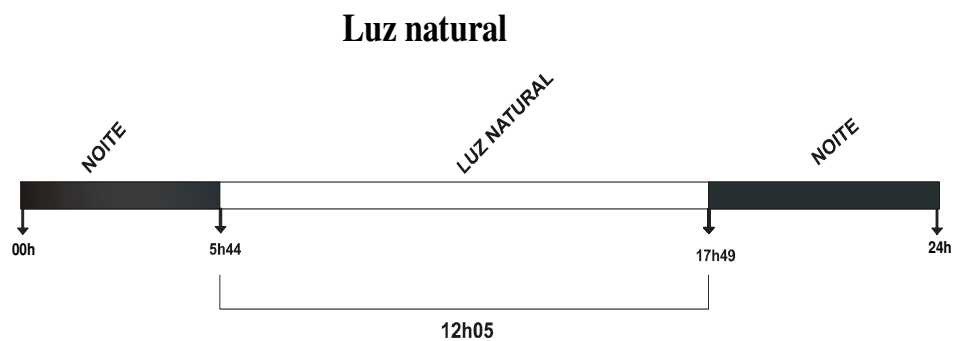


FIGURA 5 – Representação do programa de iluminação luz natural no início do período experimental.



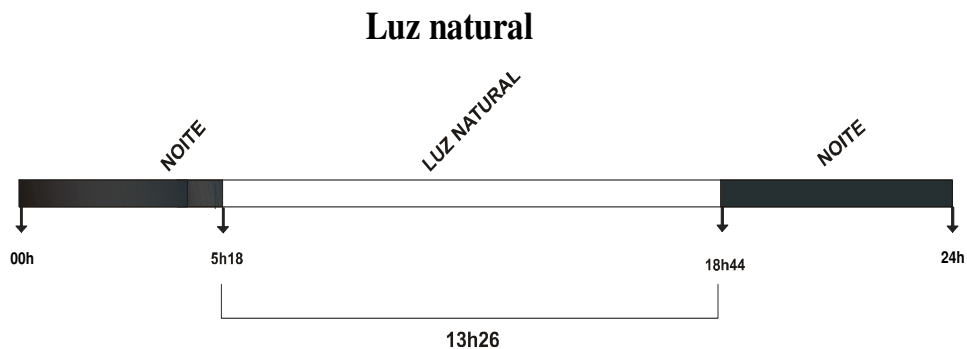


FIGURA 6 – Representação do programa de iluminação luz natural no final do período experimental.

### 3.4 Variáveis estudadas

#### 3.4.1 Medidas de desempenho

##### 3.4.1.1 CONSUMO DE RAÇÃO (g/ave/dia)

A ração foi pesada e distribuída para cada parcela. Ao final de cada período de 28 dias a sobra dos comedouros foi pesada e, por diferença entre a fornecida e a sobra, foi determinado o consumo médio por ave por dia.

##### 3.4.1.2 PRODUÇÃO DE OVOS (%)

Os ovos foram coletados e contados duas vezes ao dia, às 10 e 16h30. Foram considerados, para a contagem, além dos ovos íntegros, os que se encontravam trincados, quebrados e anormais. O resultado foi expresso em porcentagem por ave, no período de 28 dias.

#### 3.4.1.3 PERDA DE OVOS (%)

Diariamente foi anotado o número de ovos trincados, quebrados e anormais. Ao final do período foi calculada a relação entre ovos perdidos e produzidos.

#### 3.4.1.4 PESO DOS OVOS (g)

Nos dois últimos dias de cada período experimental, os dois primeiros ovos íntegros produzidos em cada parcela foram identificados e pesados em balança digital, para se obter o peso médio.

#### 3.4.1.5 MASSA DOS OVOS (g/ave/dia)

Foi obtida através do produto entre a porcentagem de produção e o peso médio de ovos de cada parcela.

#### 3.4.1.6 CONVERSÃO ALIMENTAR (g/g)

Obtida em cada período de 28 dias, através da divisão do consumo médio de ração (g) pela massa de ovos (g).

#### 3.4.1.7 VIABILIDADE DAS AVES (%)

A viabilidade foi calculada como sendo 100 menos a % de mortalidade, ou seja:

$$\text{Viabilidade (\%)} = 100 - \% \text{ de mortalidade}$$

#### 3.4.2 Medidas de qualidade externa dos ovos

##### 3.4.2.1 PESO DA CASCA (g)

Foi realizado com as cascas dos ovos descritos no item 3.4.1.4. As cascas foram secadas ao ar e pesadas em balança digital com precisão de 0,01g.

#### 3.4.2.2 ESPESSURA DA CASCA(mm)

A espessura foi determinada nas mesmas cascas utilizadas no item anterior, em 3 locais da região equatorial do ovo, usando para isso um micrômetro digital MITUTOYO, com precisão de 0,001 mm.

#### 3.4.2.3 PESO ESPECÍFICO DOS OVOS (g/cm<sup>3</sup>)

O peso específico foi realizado no final de cada período experimental, com os mesmos ovos coletados conforme item 3.4.1.4. Estes foram avaliados em solução de NaCl, com densidade variando de 1.058 a 1.102 g/cm<sup>3</sup>, com gradiente de 4 g/cm<sup>3</sup> entre elas, determinada com o auxílio de densímetro. Os ovos das parcelas foram mergulhados em água limpa e depois nas soluções salinas, da menor para a maior concentração. Após cada mergulho em água salina foi realizado mergulho em água sem sal. Os resultados de cada parcela foram reduzidos à média de densidade dos ovos da parcela por período.

#### 3.4.3 Medidas de qualidade interna dos ovos

##### 3.4.3.1 ALTURA DO ALBUMEN (mm)

Foi realizada com os ovos descritos no item 3.4.1.4. Esses foram quebrados sobre uma superfície plana, de vidro, e para obtenção da altura do albúmen, utilizou-se aparelho digital TSS-QCM+, com precisão de 0,1 mm.

##### 3.4.3.2 UNIDADE HAUGH

O cálculo da Unidade Haugh (UH) descrita por Castelló Llobet e citada por Cotta (2002) foi realizado através da fórmula:

$$UH = 100 \log (H+7,57 - 1,7 PO^{0,37}),$$

em que:

H = Altura do albúmen (mm);

PO = Peso do ovo (g).

### 3.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso com restrição nos tratamentos (a iluminação de um tratamento não teve influência sobre o outro) em parcelas subdivididas, considerando-se as avaliações nos períodos como medidas no tempo (sub-parcelas), com três tratamentos, cada um apresentando 96 poedeiras leves e 64 semi-pesadas, e quatro períodos, utilizando-se oito repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de quatro gaiolas (12 poedeiras leves ou 8 marrons).

Ao final do experimento os resultados obtidos nas diferentes variáveis foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + e(a)_{ij} + p_k + (tp)_{ik} + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$  : observação nas aves submetidas ao tratamento i na repetição j e no período k;

$\mu$  : constante associada a todas as observações;

$t_i$  : efeito do tratamento i, sendo  $i = 1, 2, 3$ ;

$e(a)_{j(i)}$ : erro associado a cada observação da parcela, pressuposto normal e independentemente distribuído (NID) com média 0 e variância  $\sigma_a^2$  ;

$p_k$  : efeito do período k, sendo  $k = 1, 2, 3, 4$ ;

$(tp)_{ik}$  : efeito da interação do tratamento i com o período k;

$e_{ijk}$  : erro associado a cada observação, pressuposto NID com média 0 e variância  $\sigma^2$  .

Nos dois experimentos desenvolvidos, a perda dos ovos foi submetida a transformação para ajustar a normalidade dos dados. Houve transformação dos valores encontrados para a raiz quadrada de  $x + 0,67$ .

As diferenças entre os tratamentos foram comparadas pelo teste SNK (5%) e os períodos foram submetidos à análise de regressão, utilizando o pacote computacional estatístico SISVAR descrito por Ferreira (2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 POEDEIRAS LEVES

#### 4.1.1 Medidas de desempenho

##### 4.1.1.1 Consumo de Ração

O consumo de ração (g/ave/dia) das poedeiras leves (Tabela 3) foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelos programas de iluminação. Observou-se diferença na análise dos períodos e também na interação entre as duas fontes de variação.

TABELA 3. Consumo de ração (g/ave/dia) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	100,13 A	98,13 A	100,50 A	100,38 A	99,78 A
Intermitente <sup>1</sup>	101,88 A	96,00 AB	98,00 B	97,00 B	98,22 B
Natural <sup>1</sup>	101,00 A	95,00 B	97,75 B	97,63 B	97,84 B
MÉDIA <sup>1</sup>	101,00	96,38	98,75	98,33	
CV parcela (%)					3,14
CVsub parcela(%)					2,17

\* Medias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente ( $P<0,05$ ).

<sup>1</sup> Efeito quadrático ( $P<0,05$ )

Ao final do experimento, as aves submetidas ao programa de iluminação contínuo consumiram maior quantidade de ração, enquanto que o consumo nos outros programas foi semelhante ( $P>0,05$ ). Resultado semelhante foi observado na análise dos dois últimos períodos.

Trabalhos de Koelkebeck (1986) e Morris et al. (1990), assim como em revisão de Rowland (1985) sobre a utilização de iluminação intermitente, mostram que com este tipo de programa de luz há redução no consumo de ração, quando comparado com programas com iluminação contínua.

Midgley et al. (1988) criando galinhas da 37 à 72 semana de idade afirmam que o consumo de ração foi reduzido em 5% quando do uso de programa de luz intermitente.

Etches (1996) afirma que o efeito da iluminação sobre o consumo de ração está em função da atividade locomotora da ave, que fica reduzida ao mínimo nos períodos escuros. Com a diminuição dos movimentos, o gasto de energia está também reduzido, fazendo com que melhore a eficiência alimentar nos programas de iluminação intermitente.

No entanto, Lewis & Perry (1990) e Morris & Butler (1995) não encontraram o mesmo resultado e concluiriam que o consumo de ração das aves não varia quando da utilização de alguns programas de luz intermitente.

Na análise das médias dos períodos, o consumo de ração apresentou um comportamento quadrático.

Foi realizada a análise de regressão dos períodos dentro de cada tratamento e no programa de iluminação Contínuo não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre os períodos.

Nas aves submetidas aos programas Intermitente e Natural (Figura 7) o consumo de ração apresentou comportamento quadrático estimando-se um menor consumo de ração no programa Intermitente (96,37 g/ave/dia) e no Natural (95,92 g/ave/dia) na 62<sup>a</sup> e 61<sup>a</sup> semana, respectivamente.

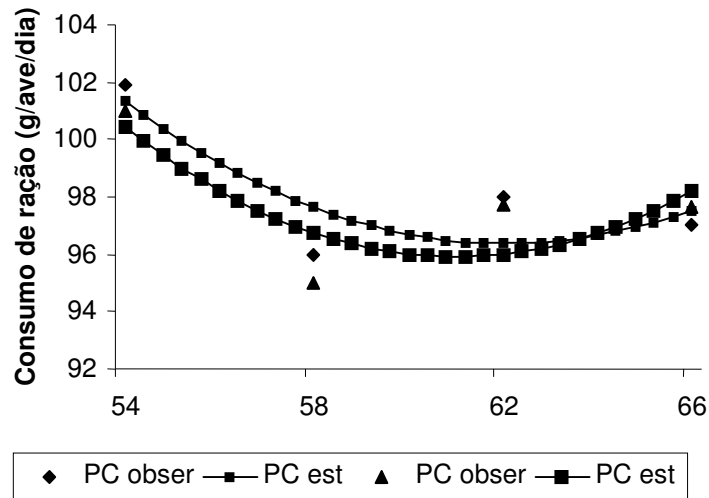


FIGURA 7 – Consumo de ração (g/ave/dia) das aves no programa de iluminação Intermitente (PI) e do Luz Natural (PN), valores observado (obs) e estimado (est) nos quatro períodos experimentais

O consumo de ração das aves observado neste trabalho é similar ao obtido em poedeiras leves para esta idade, conforme manual da linhagem, variando entre 97 e 100 g por ave/dia (HyLine, 2002).

#### 4.1.1.2 Produção de ovos

A produção de ovos (%) das poedeiras leves foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelos programas de iluminação e períodos (Tabela 4). A análise da interação entre as duas fontes de variação também foi significativa.



TABELA 4. Produção de ovos (%/ave) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo <sup>1</sup>	73,66 A	70,24 A	45,20 B	46,58 B	58,92 B
Intermitente <sup>2</sup>	67,17 B	72,17 A	61,94 B	49,26 AB	62,64 B
Natural <sup>2</sup>	69,99 AB	73,10 A	75,19 A	53,35 A	67,90 A
MÉDIA <sup>2</sup>	70,27	71,84	60,78	49,73	
CV parcela(%)					9,39
CVsub parcela(%)					8,13

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente (P<0,05).

<sup>1</sup> Efeito Linear (P<0,05)

<sup>2</sup> Efeito Quadrático (P<0,05)

Ao final do experimento, maior produção de ovos foi registrada nas aves submetidas ao programa de iluminação Natural (P<0,05), quando comparadas com as dos outros programas. A produção das aves dos programas Contínuo e Intermitente foi semelhante.

Etches (1996) afirma que o estado passivo das aves durante o período escuro, nos programas de iluminação fracionados, pode resultar em menor gasto de energia. As aves submetidas ao programa de iluminação Natural provavelmente apresentaram menor gasto de energia, a qual pode ter sido utilizada para maior produção de ovos. A maior produção de ovos pode também estar ligado ao fotoperíodo crescente que foi fornecido.

Embora as aves do programa de iluminação Intermitente tenham recebido menor período de iluminação que as do tratamento Contínuo, esta diferença pode não ter sido suficiente para proporcionar menor gasto de energia que levasse a maior produção de ovos.

As aves do programa de iluminação Intermitente apresentaram produção de ovos semelhante às do Contínuo e este desempenho pode ser justificado pelos experimentos realizados por Charles & Tucker (1993), os quais, que trabalhando com híbridos de postura modernos, afirmam que estas aves são tão geneticamente predispostas à postura que quase se apresentam refratárias às mudanças de regime luminoso.

Trabalhos de Midgley et al. (1988), Lewis & Perry (1990) e Charles & Tucker (1993) e revisão de Sauveur (1996) sobre fotoperiodismo e reprodução nas aves domésticas, mostram que o fracionamento da duração do dia com a manutenção de uma noite principal permite manter a produtividade sem modificar as características dos ovos. Esta observação também foi constatada neste experimento.

Comparando um regime luminoso contínuo de 14 horas e um intermitente, em que foram fornecidas somente 4 horas de luz, Skoglund & Whittaker (1980) observaram que 4 horas de luz foram suficientes para manter a produção de ovos.

Todavia, Rowland (1985) e Koelkebeck (1986) no entanto, comparando o efeito do fotoperíodo contínuo e intermitente sobre a produção e qualidade de ovos de galinhas Leghorn brancas, concluíram que a maior produção de ovos ocorreu quando do uso de tratamento luminoso contínuo. Diminuição na produção de ovos também foi observada por Nys & Mongin (1981) e Torges et al (1981) com o uso de iluminação intermitente.

A produção média de ovos decresceu com a idade das aves. Explicando esse comportamento, Etches (1996) afirma que com o passar do tempo de postura, a transformação da energia luminosa em sinal neural começa a falhar e, ocasionalmente, a ave não pode manter níveis máximos de secreção de gonadotropinas. Esta falha nas galinhas selecionadas para alta produção de ovos pode se manifestar como uma redução gradual do ritmo de postura.

Tanto em poedeiras leves (Williams & Sharp, 1977) como em matrizes pesadas (Yu et al., 1993), o número de folículos maiores em desenvolvimento declina com a idade, determinando a diminuição da postura.

A interação entre programas de iluminação e período para produção de ovos foi significativa e, no desdobramento dos períodos dentro de cada programa, observou-se efeito linear no Contínuo e quadrático nos demais (Figura 8).

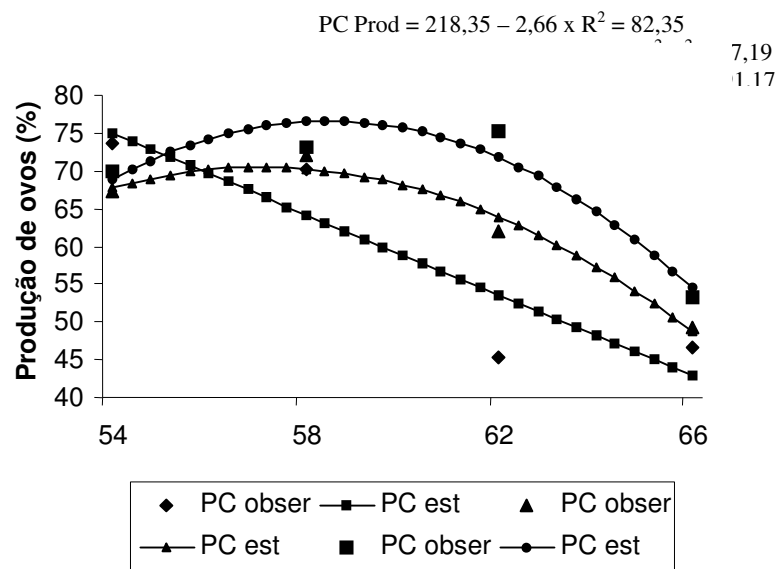


FIGURA 8 – Produção de ovos (%) das aves nos programas de iluminação Contínuo (PC), Intermitente (PI) e Luz Natural (LN), valores observado (obs) e estimado (est) nos quatro períodos experimentais

Através da equação de regressão a maior produção de ovos foi estimada no programa de iluminação intermitente (70,48%) na 70ª semana e no luz natural (76,62%) na 58ª semana de idade das aves.

#### 4.1.1.3 Perda de ovos

Os resultados para perda de ovos (%) apresentados na Tabela 5 mostram que não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre os programas de iluminação testados, bem como na interação entre o programa e período. No entanto, a perda de ovos foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelos períodos.

TABELA 5. Perda de ovos (%) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	2,08	1,61	1,51	2,90	1,99
Intermitente	2,31	1,77	1,84	2,68	2,14
Natural	1,85	1,02	1,53	2,20	1,63
MÉDIA <sup>1</sup>	2,08	1,45	1,62	2,59	
CV parcela(%)	58,38				
CVsub parcela(%)	28,13				

<sup>1</sup> Efeito quadrático ( $P<0,05$ )

A semelhança observada entre as médias dos programas de iluminação, indica que a utilização de programa Intermitente, bem como a ausência de luz artificial em períodos de luminosidade crescente (Luz Natural) não proporcionam aumento na perda de ovos.

Charles & Tucker (1993) e Moris & Butler (1995) afirmam que os programas de luz intermitente melhoram a qualidade da casca, reduzindo a perda, o que não foi observado neste estudo.

Com o passar do tempo de postura, a qualidade da casca piora, resultando em maior índice de perda de ovos (Charles & Tucker, 1993 e Moris

& Butler, 1995). Os autores afirmam que o aumento da secreção de carbonato de cálcio com o passar das semanas é insuficiente para acompanhar o aumento do tamanho dos ovos; conseqüentemente, a casca se torna mais fina.

Observou-se comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) de períodos sobre a perda de ovos (Figura 9), sendo a menor perda estimada através da equação de regressão, na 59ª semana (1,55%).

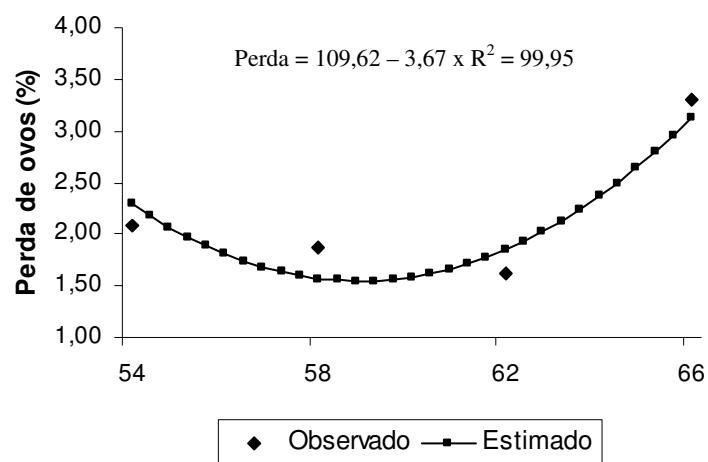


FIGURA 9 – Perda de ovos (%) das aves nos quatro períodos experimentais

#### 4.1.1.4 Peso de ovos

O peso dos ovos (g) foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos períodos, mas os programas de iluminação e a interação não foram significativos (Tabela 6).

TABELA 6. Peso de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	71,65	72,08	70,16	73,31	71,80
Intermitente	70,60	72,09	73,26	73,56	72,38
Natural	69,90	69,38	73,87	73,14	71,57
MÉDIA <sup>1</sup>	70,72	71,18	72,43	73,33	
CV parcela(%)					3,74
CVsub parcela(%)					4,56

<sup>1</sup> Efeito Linear (P<0,05)

O peso do ovo pode ser influenciado pela qualidade da ração, genética, peso e idade da galinha, assim como pelo programa de iluminação ao qual ela está submetida (Etches, 1996).

Nys & Mongin (1981), Sauveur & Mongin (1983) e Morris (1988) afirmam que o peso dos ovos aumenta com a diminuição do fotoperíodo, o que não foi observado com relação à média geral dos tratamentos obtida ao final deste experimento.

No entanto, o resultado do presente experimento está de acordo com os encontrados por Koelkebeck (1986), Lewis & Perry (1990) e Charles & Tucker (1993), que afirmam não haver diferença entre o peso dos ovos de aves que se encontrem sob programa de iluminação contínuo quando comparadas com o das que estão sob programa intermitente.

O peso dos ovos teve comportamento linear (P<0,05), conforme a Figura 10, aumentando com a idade das aves.

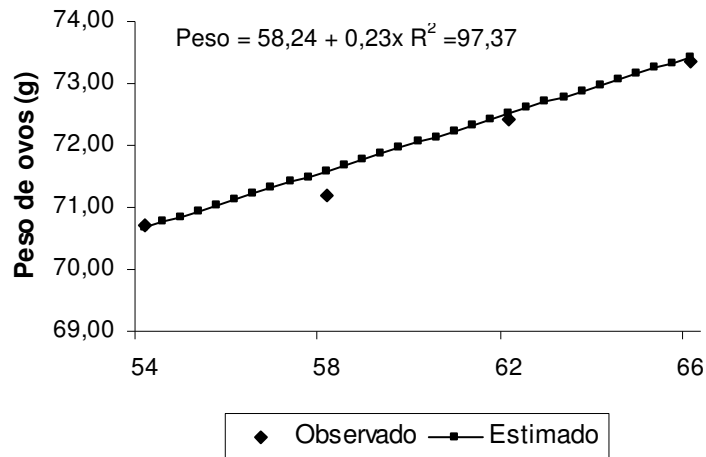


FIGURA 10 – Peso de ovos (g) das aves nos quatro períodos experimentais

A idade é um fator determinante do tamanho do ovo em todas as aves. O aumento do peso do ovo com a idade é resultado do aumento do peso da gema, casca e albúmen, embora o aumento destes componentes não seja proporcional (Etches, 1996)

No manual de manejo de poedeiras Hy-line (2002) observa-se aumento do peso dos ovos, passando de 50g às 25 semanas para 70,1g às 68 semanas de idade.

#### 4.1.1.5 Massa de ovos

Na análise da massa (g) de ovos (Tabela 7) foi observada diferença (P<0,05) entre os programas de iluminação, entre os períodos e na interação entre estas fontes de variação.

TABELA 7. Massa de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo <sup>1</sup>	52,78 A	50,61 A	42,29 B	33,98 B	45,16 B
Intermitente <sup>2</sup>	47,42 B	52,00 A	45,39 B	36,18 AB	45,25 B
Natural <sup>2</sup>	48,91 AB	50,71 A	55,51 A	38,91 A	48,51 A
MÉDIA <sup>2</sup>	49,70	51,11	48,07	36,35	
CV parcela(%)					9,29
CVsub parcela(%)					8,99

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente (P<0,05).

<sup>1</sup> Efeito Linear (P<0,05)

<sup>2</sup> Efeito Quadrático (P<0,05)

Avaliando a massa de ovos ao final do experimento, observou-se maior (P<0,05) média no programa de iluminação Natural. Nos programas Contínuo e Intermitente, a massa de ovos das aves foi semelhante. Este resultado pode ser atribuído à semelhança entre o peso dos ovos nos três programas de iluminação (Tabela 12) e uma maior produção de ovos no programa de Natural (Tabela 10).

Rowland (1985), após estudar o comportamento das aves sob diferentes programas de luz, concluiu que a massa de ovos varia conforme o modelo de iluminação usado.

Por outro lado, Sauveur & Mongin (1983) não observaram diferença significativa na massa de ovos quando compararam diferentes programas de luz em galinhas. O mesmo resultado foi encontrado por Koelkebeck (1986), que afirma não haver diferença entre a massa dos ovos de galinhas que se encontrem sob fotoperíodo contínuo, quando comparadas com as que estão sob fotoperíodo intermitente.



A interação entre tratamento e período foi significativa ( $P < 0,05$ ) e, no desdobramento da interação dentro do programa de iluminação Contínuo (Figura 11), observou-se que a massa de ovos diminuiu linearmente com o passar dos períodos, fato influenciado, provavelmente, pela diminuição da porcentagem de postura.

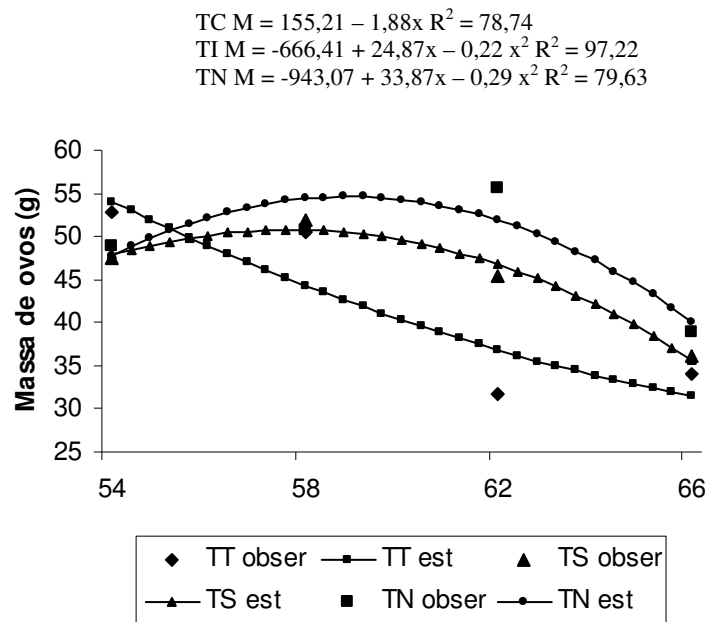


FIGURA 11 – Massa de ovos (g) das aves no programa de iluminação Contínuo (PC), Intermitente (PI) e Luz Natural (LN), valores observado (obser) e estimado (est) nos quatro períodos experimentais

Nos programas Intermitente e iluminação Natural a massa de ovos apresentou comportamento quadrático, tendo como ponto de máximo 50,74 g na 57ª semana e 54,61 g na 59ª semana, respectivamente. Como o peso dos ovos não diferiu entre períodos, as variações podem ser atribuídas às mudanças ocorridas na porcentagem de postura.

Com o passar dos períodos, após o pico de postura, a massa de ovos tende a diminuir, já que a porcentagem de postura diminui (Hy-Line, 2002 e

AgRoss, 2003), o que explica o efeito quadrático dos programas Intermitente e iluminação Natural.

#### 4.1.1.6 Conversão alimentar

A conversão alimentar (g/g) por massa de ovos das poedeiras leves (Tabela 8) variou ( $P < 0,05$ ) conforme o programas de iluminação e o período e foi influenciada pela interação entre as duas fontes de variação.

TABELA 8. Conversão alimentar (g/g) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo <sup>1</sup>	1,90 A	1,94 A	3,19 C	3,10 B	2,53 C
Intermitente <sup>2</sup>	2,15 A	1,85 A	2,17 B	2,84 AB	2,25 B
Natural <sup>2</sup>	2,07 A	1,88 A	1,76 A	2,53 A	2,06 A
MÉDIA <sup>2</sup>	2,04	1,89	2,37	2,82	
CV parcela(%)	14,47				
CVsub parcela(%)	15,89				

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Efeito Linear

<sup>2</sup> Efeito Quadrático

A conversão alimentar por massa de ovos ao final do experimento apresentou ( $P < 0,05$ ) diferença entre os programas de iluminação. As aves do tratamento iluminação Natural converteram melhor o alimento quando comparadas com as dos outros tratamentos. A conversão das aves no programa Intermitente foi melhor que a no Contínuo.

A conversão alimentar por massa de ovos é a relação entre o consumo de ração e a massa de ovos. O resultado obtido para conversão pode ser justificado pela maior massa de ovos verificada nas aves submetidas à iluminação Natural e pelo seu menor consumo de ração.

Estudando o efeito de programas luminosos contínuo e intermitente sobre a produção e qualidade de ovos de poedeiras Leghorn brancas, Koelkebeck (1986) concluiu que apesar de as aves submetidas a programa intermitente terem consumido menor quantidade de ração, a conversão alimentar não apresentou diferença estatística significativa.

Ernst et al. (1984), em revisão sobre programas de iluminação, afirmam que os programas com iluminação intermitente melhoram a conversão alimentar. Resultado semelhante foi encontrado neste experimento. Os mesmos autores, no entanto, não recomendam o uso destes programas antes das 36 semanas porque resultarão em redução na produção de ovos.

Rowland (1985) afirma que a conversão alimentar das aves varia conforme o modelo de iluminação utilizada.

No estudo da conversão alimentar, de forma similar à massa de ovos, os efeitos dos períodos foram lineares para o programa de iluminação Contínuo e quadráticos para os demais (Figura 12). Melhor conversão no programa Intermitente e iluminação Natural foram estimados em 1,89 (58ª semana) e 1,74 (59ª semana), respectivamente.

$$PC\ CA = -4,75 + 0,12x\ R^2 = 78,42$$

$$PI\ CA = 53,45 - 1,78x + 0,02x^2\ R^2 = 99,32$$

$$PN\ CA = 53,91 - 1,77x + 0,02x^2\ R^2 = 99,32$$

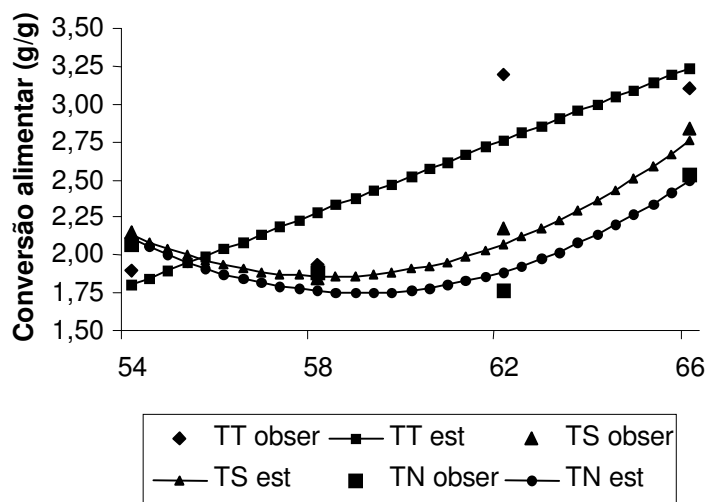


FIGURA 12 – Conversão alimentar (g/g) das aves nos programas de iluminação Contínuo (PC), Intermitente (PI) e Luz Natural (LN), valores observado (obser) e estimado (est) nos quatro períodos experimentais

Este comportamento é também reflexo de um comportamento quadrático do consumo de ração entre períodos para os programas de iluminação Contínuo e iluminação Natural.

#### 4.1.1.7 Viabilidade das aves

A viabilidade das poedeiras leves (%) foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelos programas de iluminação (Tabela 9). Os períodos, no entanto, não tiveram influência sobre esta variável. A interação entre essas duas variáveis também não foi significativa.

TABELA 9. Viabilidade (%) de aves de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA	
	51-54	55-58	59-62	63-66		
Contínuo	89,06	95,31	93,75	94,79	93,23	B
Intermitente	95,31	96,87	100,00	97,92	97,53	A
Natural	95,31	93,75	97,92	96,87	95,97	AB
MÉDIA	93,23	95,31	97,22	96,53		
CV parcela(%)	5,76					
Cvsub parcela(%)	7,58					

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente (P<0,05).

A viabilidade das aves ao final do experimento apresentou diferença significativa (P<0,05) entre os programas de iluminação. No programa Contínuo a viabilidade foi menor que no Intermitente. No iluminação Natural, a viabilidade das aves não diferiu da dos demais.

Programa de iluminação intermitente, comparado com o contínuo, aumentou a viabilidade das poedeiras (Skoglund & Whittaker, 1980). Lewis et al (1992), apresentando dados de 36 trabalhos, afirmam que programas intermitentes geralmente aumentam a viabilidade das aves porque reduzem a obesidade e o estresse.

Em trabalho de pesquisa realizado com galinhas Leghorn brancas, Midgley et al. (1988) e Moris & Butler (1995) não observaram maior viabilidade quando um programa de iluminação intermitente foi utilizado.

#### 4.1.2 Medidas de qualidade externa dos ovos

##### 4.1.2.1 Peso da casca dos ovos

Os programas de iluminação influenciaram ( $P < 0,05$ ) o peso da casca (g) dos ovos (Tabela 10). Este, no entanto, não foi influenciado pelos períodos. A interação entre programas de iluminação e período não foi significativa.

TABELA 10. Peso da casca (g) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	6,11	6,31	6,00	6,03	6,11 AB
Intermitente	6,28	6,41	6,26	6,16	6,28 A
Natural	5,89	5,89	6,29	5,48	5,89 B
MÉDIA	6,09	6,20	6,19	5,89	
CV parcela(%)	6,62				
Cvsub parcela(%)	6,57				

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

O peso da casca dos ovos no programa de iluminação intermitente foi ( $P < 0,05$ ) maior que no iluminação Natural. O peso de casca dos ovos no programa Contínuo não diferiu dos demais.

Nys & Mongin (1981) afirmam que programas de iluminação intermitentes melhoram a qualidade da casca de ovos, o que não foi observado neste experimento, quando comparamos com o programa contínuo, e sugerem que isto se deve ao ritmo de ingestão de alimento. Lewis & Perry (1990), no entanto, não observaram melhora de casca com o uso de iluminação intermitente em quatro linhagens de poedeiras criadas até as 60 semanas de idade.

Na análise dos períodos, o peso da casca foi semelhante. Segundo Etches (1996), o aumento do peso do ovo é proporcionado pelo aumento do peso da casca, albúmen e gema, mas estes incrementos não são proporcionais.

#### 4.1.13 Espessura da casca dos ovos

A espessura de casca dos ovos (mm) não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos programas de iluminação, mas o foi pelos períodos (Tabela 11). A interação entre programa de iluminação e período também não foi significativa.

TABELA 11. Espessura da casca (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	0,345	0,366	0,341	0,348	0,350
Intermitente	0,352	0,373	0,349	0,347	0,355
Natural	0,329	0,344	0,348	0,358	0,345
MÉDIA <sup>1</sup>	0,342	0,361	0,346	0,351	
CV parcela(%)					5,39
Cvsub parcela(%)					5,94

<sup>1</sup> Efeito Quadrático ( $P<0,05$ ).

Na análise da espessura de casca dos ovos observou-se que o fornecimento de iluminação intermitente e somente de iluminação natural, em dias com luminosidade crescente, não influenciaram esta variável quando comparados como um tratamento com iluminação contínua.

Em revisão realizado por Rowland (1985) observa-se que a espessura da casca foi melhorada com o uso de iluminação intermitente em comparação com programa de luz contínuo. O mesmo resultado foi encontrado por Sauveur &

Mongin (1983), Morris (1988) e Lewis & Perry (1990), o que não foi observado neste estudo.

Na análise entre os períodos (Figura 13), observou-se comportamento quadrático da espessura da casca. A maior espessura (0,353 mm) foi obtida, através da equação de regressão, na 61ª semana.

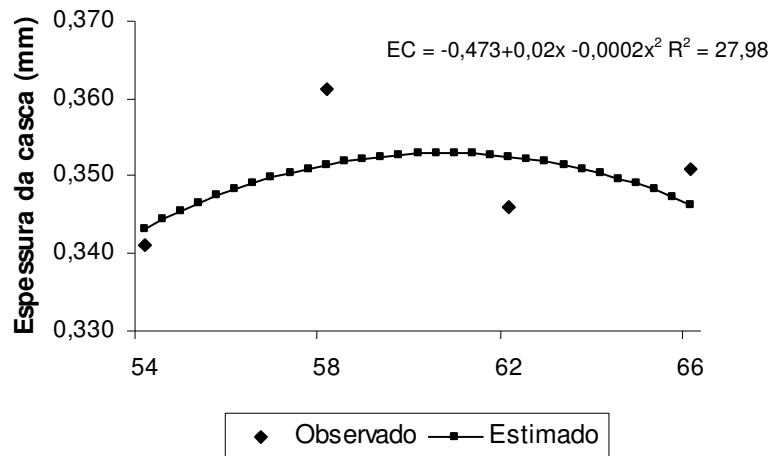


FIGURA 13 – Espessura da casca dos ovos (mm) nos quatro períodos experimentais

Segundo Etches (1996) a qualidade da casca piora com o avanço das semanas de postura porque a secreção de carbonato de cálcio, com o passar da idade, é insuficiente para acompanhar o aumento do tamanho do ovo, resultando em menor espessura da casca.

#### 4.1.2.3 Peso específico de ovos

Os programas de iluminação não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o peso específico ( $\text{g/cm}^3$ ) dos ovos ao final do experimento (Tabela 12). Os períodos, no entanto, influenciaram a variável, enquanto a interação não foi significativa.



TABELA 12. Peso específico ( $\text{g/cm}^3$ ) dos ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	1.073,4	1.070,5	1.069,9	1.068,8	1.071,6
Intermitente	1.075,3	1.069,1	1.068,5	1.068,8	1.070,4
Natural	1.072,0	1.068,8	1.069,0	1.068,1	1.069,5
MÉDIA <sup>1</sup>	1.073,5	1.069,5	1.069,1	1.068,5	
CV parcela(%)					0,27
CVsub parcela(%)					0,23

<sup>1</sup> Efeito Linear ( $P < 0,05$ )

A determinação de peso específico é realizada para verificar a qualidade da casca dos ovos. Como não foi observada diferença entre os programas de iluminação, pode-se afirmar que utilizando um programa Intermitente bem como um com somente iluminação Natural, em dias de luminosidade crescente, a qualidade da casca não é afetada.

Nos períodos o peso específico apresentou comportamento linear decrescente (Figura 14).

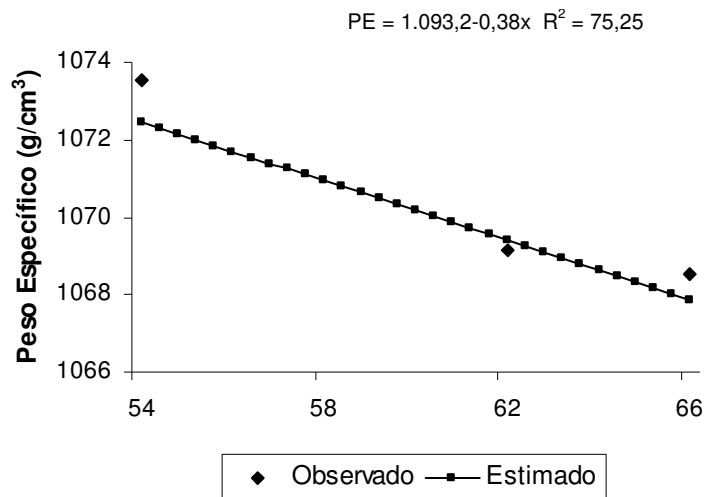


FIGURA 14 – Peso específico dos ovos nos quatro períodos experimentais

Com o passar das semanas de postura ocorre diminuição da espessura da casca, já que a secreção de carbonato de cálcio é insuficiente para acompanhar o aumento do tamanho do ovo e, como consequência, observa-se diminuição no peso específico que traduz uma piora na qualidade da casca (Etches, 1996).

Nos trabalhos de pesquisa que avaliam o efeito de programa luminoso intermitente em poedeiras, esta variável não foi estudada, não havendo, portanto, como comparar os resultados obtidos.

#### 4.1.3 Medidas de qualidade interna dos ovos

##### 4.1.3.1 Altura do albúmen dos ovos

A altura de albúmen (mm) dos ovos ao final do experimento foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelos programas de iluminação e pelos períodos (Tabela 13). A interação não foi significativa.

TABELA 13. Altura do albúmen (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	6,68	6,84	7,08	7,93	7,13 A
Intermitente	5,92	6,81	7,05	7,18	6,74 B
Natural	6,31	6,51	7,19	8,20	7,05 A
MÉDIA <sup>1</sup>	6,30	6,72	7,11	7,77	6,97
CV parcela(%)	7,59				
CVsub parcela(%)	9,81				

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente (P<0,05)

<sup>1</sup> Efeito Linear (P<0,05)

A altura do albúmen dos ovos no programa de iluminação Contínuo, ao final do experimento, foi semelhante (P>0,05) à do iluminação Natural. Ambas foram maiores que a do Intermitente.

Esta variável é utilizada para a avaliação da qualidade interna do ovo, através da Unidade Haugh (UH). Segundo Cotta (2002) quando se comparam ovos de igual peso, a melhor qualidade interna corresponde ao ovo que apresenta maior altura de albúmen. Como os ovos do programa de iluminação Intermitente apresentaram menor média de altura de albúmen, provavelmente a qualidade interna dos ovos é inferior à dos demais programas.

Na análise entre os períodos, observou-se comportamento linear crescente da altura de albúmen (Figura 15).

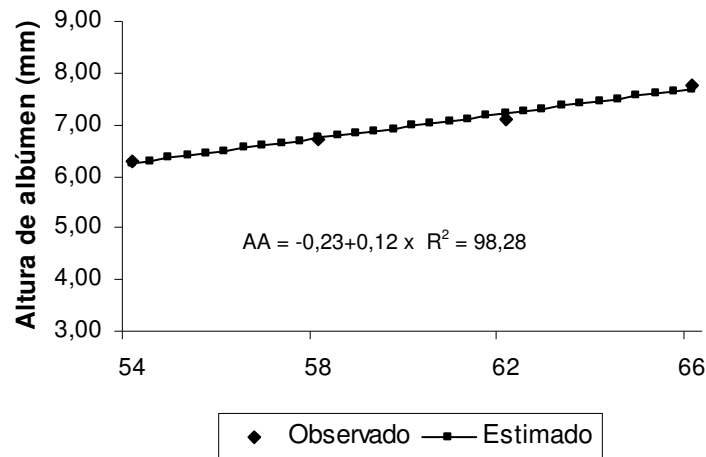


FIGURA 15 – Altura de albúmen (mm) dos ovos nos quatro períodos experimentais

#### 4.1.3.2 Unidade Haugh

Na análise da Unidade Haugh (UH) dos ovos (Tabela 14) observou-se que os programas de iluminação e os períodos influenciaram ( $P < 0,05$ ) a variável. A interação entre as duas fontes de variação não foi significativa.

TABELA 14. Unidade Haugh de ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras leves\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	51-54	55-58	59-62	63-66	
Contínuo	77,54	78,31	80,94	85,46	80,56 A
Intermitente	71,89	78,44	79,55	80,62	77,62 B
Natural	75,29	77,06	80,50	86,99	79,96 AB
MÉDIA <sup>1</sup>	74,91	77,94	80,33	84,35	
CV parcela(%)	12,70				
CVsub parcela(%)	14,50				

\* Medias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Efeito Linear ( $P < 0,05$ ).

Ao final do experimento os ovos do programa de iluminação contínuo apresentaram maior UH ( $P < 0,05$ ) que os do Intermitente. A UH dos ovos do programa de iluminação Natural foi semelhante à dos demais.

Estes resultados podem ser justificados pela observação da variação ocorrida na altura do albúmen já que esta variável é usada para o cálculo da Unidade Haugh.

Na análise de regressão realizada entre os períodos (Figura 16), verificou-se comportamento linear crescente da UH.

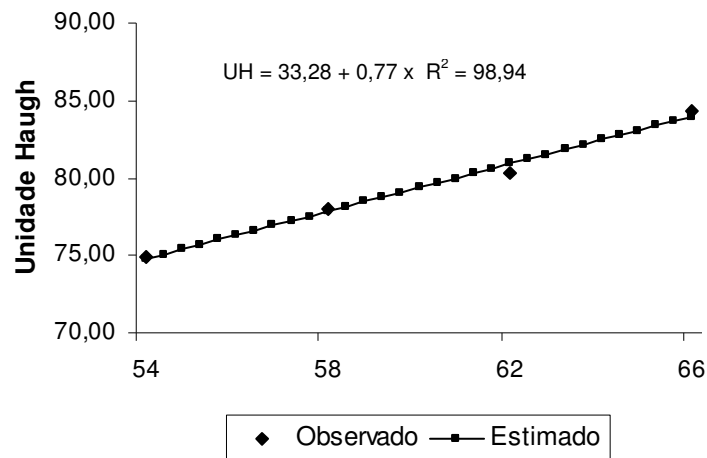


FIGURA 16 – Unidade Haugh dos ovos das aves nos quatro períodos experimentais

Koelkebeck (1986) afirma não haver diferença de UH de ovos, das aves que se encontram sob programa de iluminação contínuo quando comparadas com as que estão sob programa intermitente, o que não foi observado neste estudo.

## 4.2 Poedeiras Semi-pesadas

### 4.2.1 Medidas de desempenho

#### 4.2.1.1 Consumo de Ração

O consumo de ração (g/ave/dia) das aves semi-pesadas não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos programas de iluminação (Tabela 15). Este, no entanto, foi influenciado pelos períodos. A interação entre as duas fontes de variação foi significativa.

TABELA 15. Consumo de Ração (g/ave/dia) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo <sup>1</sup>	98,25 B	101,88 AB	106,50 A	74,00 A	95,16 A
Intermitente <sup>1</sup>	104,13 A	104,63 A	104,75 A	70,00 B	95,88 A
Natural <sup>1</sup>	100,75 B	99,25 B	100,50 B	74,63 A	93,78 A
MÉDIA <sup>1</sup>	101,04	101,92	103,92	72,88	
CV parcela(%)	4,41				
CVsub parcela(%)	3,54				

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente ( $P<0,05$ ).

<sup>1</sup> Efeito quadrático

Ao final do experimento o consumo de ração das aves foi semelhante ( $P>0,05$ ) nos programas de iluminação testados. No entanto, na análise dentro de cada período o consumo de ração variou, com programa de iluminação Intermitente apresentando maiores médias nos três primeiros períodos em comparação com o programa Luz Natural.

Nos trabalhos de pesquisa revisados por Rowland (1985) observa-se que as aves submetidas a programa de iluminação intermitente apresentam redução

no consumo de ração, quando comparado com as que estão sob programa contínuo.

Todavia Morris & Butler (1995) não encontraram o mesmo resultado e concluíram que o consumo de ração das aves não varia quando da utilização de programas de iluminação intermitente. Resultado semelhante foi encontrado neste experimento.

Segundo o guia de manejo das linhagem Isa Brown (2002) o consumo de ração das aves semi-pesadas entre 53 e 62 dias de idade varia de 95 a 115g.

Na análise entre períodos, foi observado comportamento quadrático do consumo de ração. O consumo máximo (107,05 g) foi estimado na 58ª semana de idade das aves.

No desdobramento dos períodos, verificou-se comportamento quadrático nos três programas de iluminação. O maior consumo nos programas Contínuo, Intermitente e Natural foi, respectivamente, 107,69 g à 60ª semana, 106,86 g à 58ª semana; e 103,91 g à 59ª semana de idade (Figura 17).

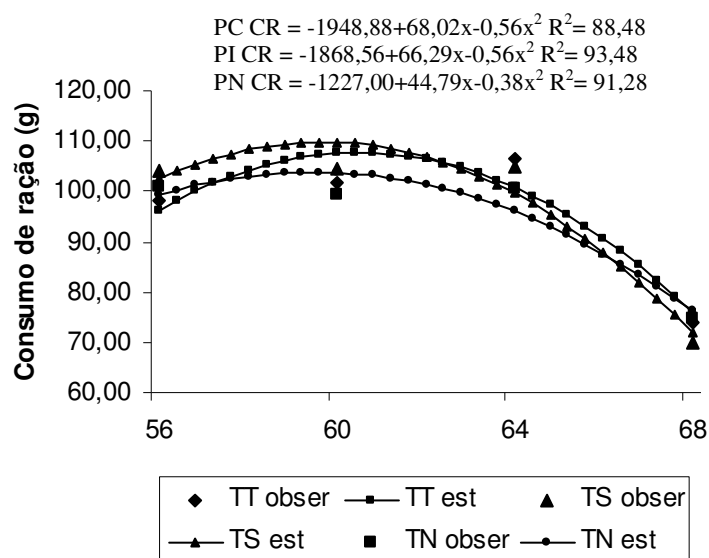


FIGURA 17 - Consumo de ração (g/ave/dia) das aves nos programas de iluminação Contínuo (PC), Intermitente (PI) e Luz Natural (LN), valores observado (obs) e estimado (est) nos quatro períodos experimentais

#### 4.2.1.2 Produção de ovos

A produção de ovos (%) das aves semi-pesadas (Tabela 16) foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelos programas de iluminação e períodos. A interação entre as duas fontes de variação não foi significativa.



TABELA 18. Produção de ovos (%) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	76,45	68,75	67,80	65,68	69,67 A
Intermitente	70,42	67,69	64,85	62,11	66,27 A
Natural	67,86	62,50	57,31	51,73	59,85 B
MÉDIA <sup>1</sup>	71,58	66,31	63,32	59,84	
CV parcela(%)	11,53				
CVsub parcela(%)	6,56				

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente (P<0,05).

<sup>1</sup> Efeito Linear (P<0,05)

A produção de ovos ao final do experimento foi semelhante (P>0,05) nas aves dos programas de iluminação Contínuo e Intermitente e menor nas do Luz Natural.

Em revisão sobre fotoperiodismo e reprodução das aves domésticas Sauveur (1996) concluiu que o fracionamento da duração do dia com a manutenção de uma noite principal permite manter a produtividade. Esta observação também foi verificada neste experimento ao serem comparadas a produção de ovos nos programas Contínuo e a do Intermitente.

As aves do programa Natural apresentaram menor produção de ovos e este desempenho não pode ser justificado pelos experimentos realizados por Charles & Tucker (1993), o qual, trabalhando com modernos híbridos de postura, afirmam que estas aves são tão geneticamente predispostas à produção de ovos que quase se apresentam refratárias às mudanças de regime luminoso.

Os pesquisadores, no entanto, trabalharam somente com poedeiras leves. Esta afirmativa talvez não possa ser aplicada às aves semi-pesadas, pois sua evolução genética ainda é inferior à das poedeiras leves.

Ocorreu redução linear decrescente ( $P < 0,05$ ) na produção de ovos com o aumento da idade das aves semi-pesadas (Figura 18). A diminuição da postura de ovos com o passar dos períodos após o pico de produção é comum em galinhas. Resultados semelhantes podem ser observados no manual de criação de aves de postura Isa Brown (2002).

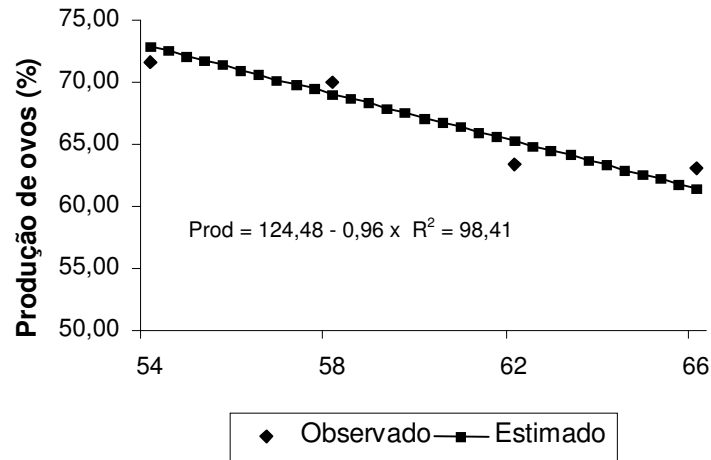


FIGURA 18 – Produção de ovos (%) nos quatro períodos experimentais

Etches (1996), explicando esse comportamento reprodutivo, afirma que com o passar do tempo de postura, a transformação da energia luminosa em sinal neural começa a falhar e ocasionalmente, a ave não pode manter níveis máximos de secreção de gonadotropinas. Esta falha nas galinhas selecionadas para alta produção de ovos pode se manifestar como uma redução gradual do ritmo de postura.

Williams & Sharp (1977) trabalhando com poedeiras leves e Yu et al. (1993), com matrizes pesadas, afirmam que o número de folículos grandes em desenvolvimento declina com a idade, resultando em diminuição na produção de ovos.

#### 4.2.1.3 Perda de ovos

A perda de ovos (%) das aves semi-pesadas (Tabela 17) não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos programas de iluminação e períodos. A interação entre ambos também não foi significativa.

TABELA 17. Perda de ovos (%) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	1,46	1,62	1,33	0,89	1,31
Intermitente	2,02	1,48	1,89	1,78	1,79
Natural	2,12	1,72	1,95	0,74	1,59
MÉDIA	1,86	1,60	1,71	1,10	
CV parcela(%)	65,28				
CVsub parcela(%)	25,17				

Ao final do experimento a média de perda de ovos foi semelhante ( $P>0,05$ ) em todos os programas de iluminação.

Charles & Tucker (1993) e Morris & Butler (1995) afirmam que os programas de iluminação intermitentes melhoram a qualidade da casca, resultando em menor perda de ovos, o que não foi observado neste estudo.

Na comparação entre os períodos não foi observada ( $P>0,05$ ) diferença significativa. Com o passar do tempo de postura, a qualidade da casca piora,

resultando em maior índice de perda de ovos (Charles & Tucker, 1993 e Morris & Butler 1995). A maior perda é justificada, pois o aumento da secreção de carbonato de cálcio com o passar das semanas é insuficiente para acompanhar o aumento do tamanho dos ovos conseqüentemente; a casca se torna mais fina. No presente estudo esta afirmativa não foi observada.

#### 4.2.1.4 Peso de ovos

Os programas de iluminação não influenciaram ( $P>0,05$ ) o peso dos ovos (g) das aves semi-pesadas (Tabela 18), entretanto a variável sofreu influência dos períodos. A interação entre as duas fontes de variação não foi significativa.

TABELA 18. Peso de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	69,01	67,85	70,68	73,23	70,19
Intermitente	68,73	69,26	72,36	71,78	70,53
Natural	69,84	69,85	71,56	71,90	70,79
MÉDIA <sup>1</sup>	69,19	68,99	71,53	72,32	
CV parcela(%)					5,57
Cvsub parcela(%)					3,91

<sup>1</sup> Efeito Linear ( $P<0,05$ )

Ao final do experimento a média do peso dos ovos foi semelhante ( $P>0,05$ ) nos programas de iluminação estudados.

Nys & Mongin (1981), Sauveur & Mongin (1983) e Morris (1988) afirmam que o peso dos ovos aumenta com a diminuição do fotoperíodo, o que não foi observado neste experimento.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os encontrados por Koelkebeck (1986), Lewis & Perry (1990) e Charles & Tucker (1993), os quais afirmam não haver diferença entre o peso dos ovos de aves que se encontram sob programa de iluminação contínuo e o das que estão sob programa intermitente.

Na análise dos períodos, observou-se comportamento linear crescente para o peso dos ovos (Figura 19).

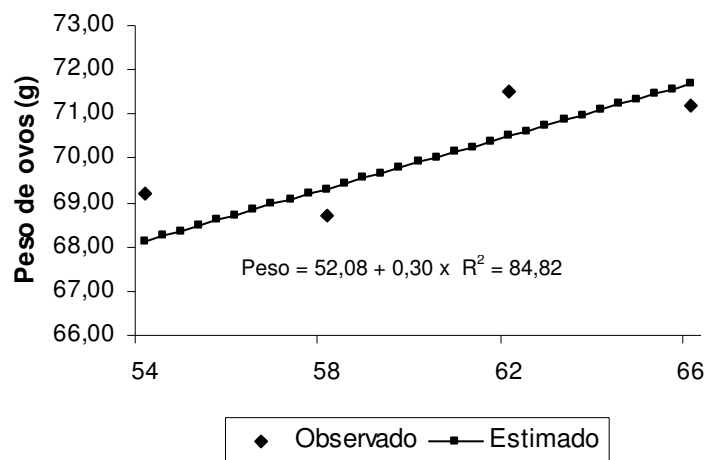


FIGURA 19 – Peso de ovos (g) nos quatro períodos experimentais

A idade é um fator determinante do tamanho do ovo em todas as aves. No início da postura os ovos são menores que nas semanas seguintes. Na produção industrial, o início da postura é retardado mediante a restrição alimentar ou expondo os animais a fotoperíodos não estimulatórios com a finalidade de evitar a produção de ovos pequenos que não são adequados para o comércio. O aumento do peso do ovo com a idade é resultado do aumento do

peso da gema, casca e albúmen, embora o aumento destes componentes não seja proporcional (Etches, 1996)

No manual de manejo de poedeiras AgRoss (2003) observa-se que, com o passar das semanas de postura, o peso dos ovos de galinhas semi-pesadas aumenta gradativamente, passando de 58,5g à 25ª semana para 65,3g à 68ª semana de idade.

#### 4.2.1.5 Massa de ovos

Programas de iluminação e períodos influenciaram ( $P < 0,05$ ) a massa de ovos (g) das aves semi-pesadas (Tabela 21) e a interação entre as duas fontes de variação também foi significativa.

TABELA 19. Massa de ovos (g) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo <sup>2</sup>	52,69 A	46,73 A	47,95 A	48,01 A	48,84 A
Intermitente <sup>1</sup>	48,35 A	46,89 A	43,94 A	44,61 A	46,70 A
Natural <sup>1</sup>	47,36 B	43,69 A	41,00 B	37,15 B	42,30 B
MÉDIA <sup>1</sup>	49,47	45,77	45,29	43,26	
CV parcela(%)	13,04				
CVsub parcela(%)	7,43				

\*Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Efeito Linear ( $P < 0,05$ ).

<sup>2</sup> Efeito Quadrático ( $P < 0,05$ ).

Ao final do experimento as aves do programa de iluminação Natural apresentaram menor massa de ovos ( $P < 0,05$ ) que as dos demais. A massa de ovos nos programas Contínuo e Intermitente foi semelhante. A menor massa de

ovos verificada no programa Natural, o que provavelmente ocorreu devido à menor produção de ovos observada (Tabela 16).

Sauveur & Mongin (1983) não observaram diferença na massa de ovos quando compararam diferentes programas de iluminação em galinhas. O mesmo resultado foi encontrado por Koelkebeck (1986), que afirma não haver diferença entre a massa dos ovos de galinhas que se encontram sob programa contínuo, quando comparadas com as que estão sob programa intermitente o que foi observado neste experimento.

Rowland (1985), após estudar o comportamento das aves sob diferentes programas de iluminação, afirma que a massa de ovos varia conforme o modelo de iluminação usado. Esta conclusão pode justificar a menor massa de ovos verificada quando do uso do programa Natural.

Nos períodos estudados, a massa de ovos apresentou um comportamento linear decrescente.

A interação entre programa de iluminação e período foi significativa ( $P < 0,05$ ) e no desdobramento dos períodos dentro de cada programa (Figura 20), o Contínuo apresentou comportamento quadrático. Através da equação de regressão foi calculada a menor massa (46,69 g) na 63ª semanas de idade.

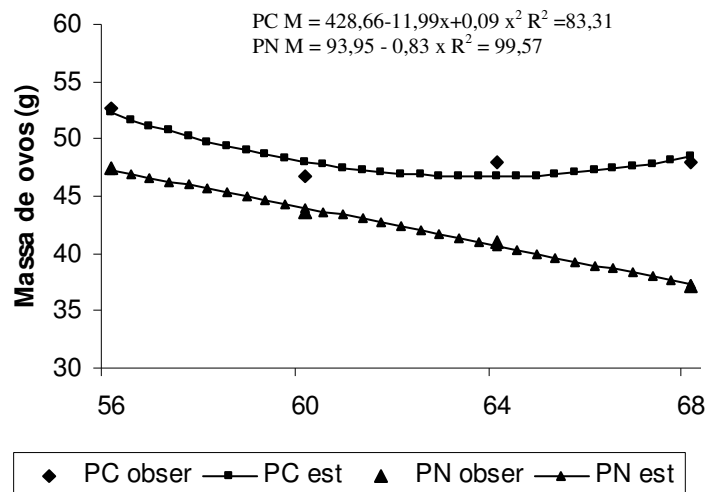


FIGURA 20 – Massa de ovos (g) das aves no programa de iluminação Contínuo (PC) e Luz Natural (LN), valores observado (obser) e estimado (est) nos quatro períodos experimentais

No programa Intermitente as médias de massa de ovos foram semelhantes enquanto no Luz Natural a variável apresentou comportamento linear decrescente.

O cálculo da massa de ovos envolve as variáveis porcentagem de produção de ovos e o peso destes. Os resultados encontrados podem ser justificados pelo comportamento da variável produção de ovos (Tabela 16), já que no peso dos ovos (Tabela 18) houve semelhança entre as médias dos programas de iluminação.

Com o passar dos períodos, após o pico de postura, a massa de ovos tende a diminuir já que a porcentagem de postura diminui. Resultado semelhante pode ser observado no manual de criação de galinhas Isa Brown (2002). Segundo o qual a massa às 32ª semana é de 58,2 g/dia, caindo para 50,3 g/dia à 68ª semana.



#### 4.2.1.6 Conversão alimentar

A conversão alimentar por massa de ovos (g/g) em aves semi-pesadas (Tabela 20) foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelos programas de iluminação e períodos. A interação entre ambos também foi significativa.

TABELA 22. Conversão alimentar (g/g) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo <sup>1</sup>	1,87 B	2,19 A	2,22 B	1,56 B	1,96 C
Intermitente <sup>1</sup>	2,16 A	2,24 A	2,24 B	1,61 B	2,06 B
Natural <sup>1</sup>	2,14 A	2,29 A	2,45 A	2,07 A	2,24 A
MÉDIA <sup>1</sup>	2,05	2,24	2,31	1,74	
CV parcela(%)	11,01				
CVsub parcela(%)	8,17				

\* Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente ( $P<0,05$ ).

<sup>1</sup> Efeito Quadrático ( $P<0,05$ ).

Ao final do experimento a conversão alimentar das aves foi melhor ( $P<0,05$ ) no programa de iluminação Contínuo, seguido do programa Intermitente e, com pior desempenho, o programa Natural.

Koelkebeck (1986) estudou o efeito de programas de iluminação contínuo e intermitente sobre a produção e qualidade de ovos de poedeiras e concluiu que apesar de as aves submetidas a programa intermitente terem consumido menor quantidade de alimento, a conversão alimentar não apresentou diferença estatística.

Em revisão sobre programas de iluminação, Ernst et al. (1984) afirmam que os programas intermitentes melhoram a conversão alimentar mas estes não são recomendados o seu uso antes da 36ª semana porque resultarão em redução na produção de ovos. Esta melhora não foi observada por ocasião deste experimento, já que a maioria dos trabalhos consultados pelos autores foram realizados com poedeiras leves.

Na análise de regressão observou-se que os períodos apresentaram comportamento quadrático, com maior conversão à 57ª semana (2,31). O mesmo comportamento foi observado na análise da interação, com os programas Contínuo, Intermitente e Natural apresentando, respectivamente, 2,28; 2,32 e 2,40 às 61ª; 60ª e 62ª semana de idade (Figura21).

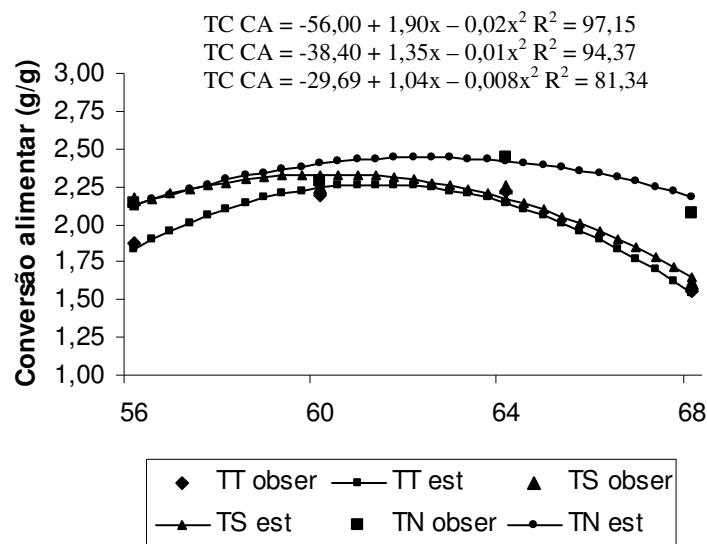


FIGURA 21 – Conversão alimentar (g/g) das aves no programa de iluminação Contínuo (PC), Intermitente (PI) e Luz Natural (LN), valores observado (obser) e estimado (est) nos quatro períodos experimentais

Segundo o manual da linhagem Isa Brown (2003) a conversão alimentar piora com o passar das semanas, após o pico de postura.

No último período no entanto, a conversão alimentar das aves melhorou nos três programas de iluminação e esta melhora, pode ser atribuída à diminuição no consumo de ração registrado no período.

#### 4.2.1.7 Viabilidade das aves

A viabilidade das aves semi-pesadas (%) não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos programas de iluminação e períodos (Tabela 21). A interação entre as duas fontes de variação também não foi significativa.

TABELA 21. Viabilidade (%) das aves de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	98,44	100,00	100,00	100,00	99,61
Intermitente	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Natural	100,00	100,00	100,00	98,44	99,61
MÉDIA	99,48	100,00	100,00	99,48	
CV parcela(%)		1,81			
CVsub parcela(%)		1,81			

A iluminação intermitente, comparada com iluminação contínua, aumenta a viabilidade das poedeiras (Skoglund & Whittaker, 1980). Lewis et al (1992), apresentando dados de 36 trabalhos, concluem que os programas de iluminação intermitente geralmente aumentam a viabilidade das aves porque reduzem a obesidade e o estresse.

Midgley et al. (1988) e Moris & Butler (1995) não observaram maior viabilidade quando um programa de iluminação intermitente foi utilizado. Resultado semelhante foi encontrado no presente estudo.

#### 4.2.2 Medidas de qualidade externa dos ovos

##### 4.2.2.1 Peso da casca dos ovos

Os programas de iluminação e os períodos não influenciaram ( $P>0,05$ ) o peso da casca (g) dos ovos (Tabela 22). A interação entre as duas fontes de variação também não foi significativa.

TABELA 22. Peso da casca (g) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	6,23	6,11	6,25	6,23	6,20
Intermitente	6,22	6,30	6,39	6,23	6,28
Natural	6,22	6,24	6,29	6,10	6,21
MÉDIA	6,22	6,22	6,31	6,18	
CV parcela(%)	7,50				
CVsub parcela(%)	5,54				

Nys & Mongin (1981) afirmam que programas de iluminação intermitentes melhoram a qualidade da casca de ovos e sugerem que isto se deve ao ritmo de ingestão de alimento.

Lewis & Perry (1990), no entanto, não observaram melhora de casca com o uso de iluminação intermitente em quatro linhagens de poedeiras criadas até à 60ª semana de idade.

Nos quatro períodos analisados não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) no peso de casca. Segundo Etches (1996) o aumento do peso do ovo é resultado do aumento do peso da casca, albúmen e gema, mas estes incrementos não são proporcionais.

#### 4.2.2.2 Espessura da casca dos ovos

A espessura da casca (mm) não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos programas de iluminação, assim como a interação entre programa e período não foi significativa (Tabela 23). A variável foi influenciada pelos períodos.

TABELA 23. Espessura da casca (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	0,362	0,363	0,375	0,360	0,365
Intermitente	0,359	0,369	0,388	0,374	0,373
Natural	0,365	0,374	0,377	0,356	0,368
MÉDIA <sup>1</sup>	0,362	0,369	0,380	0,364	
CV parcela(%)					7,43
CVsub parcela(%)					6,09

<sup>1</sup> Efeito Quadrático ( $P<0,05$ ).

Sauveur & Mongin (1983), Morris (1988) e Lewis & Perry (1990), trabalhando com programas de luz contínuo e intermitente para poedeiras, relatam melhora na espessura da casca. Em revisão realizado por Rowland (1985), a espessura de casca também foi melhorada com o uso de iluminação intermitente em comparação com programa contínuo.

Na espessura de casca observou-se comportamento quadrático na análise dos períodos. Com 62 semanas de idade as aves apresentaram espessura de casca de 0,375 mm, que foi considerado, através da equação de regressão, o maior índice (Figura 22).

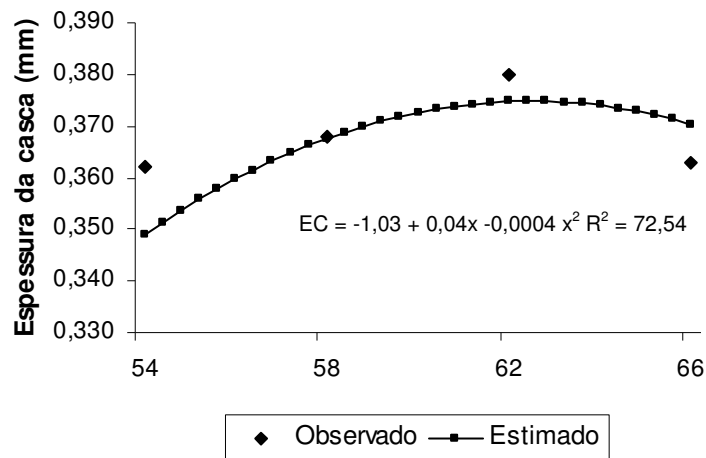


FIGURA 22 – Espessura de casca (mm) de ovos nos quatro períodos experimentais

Segundo Etches (1996) a qualidade da casca piora com o passar das semanas de postura porque a secreção de carbonato de cálcio com o passar da idade, é insuficiente para acompanhar o aumento do tamanho do ovo, resultando em menor espessura da casca. Esta observação não foi verificada neste experimento.

#### 4.2.2.3 Peso específico dos ovos

O peso específico dos ovos ( $\text{g/cm}^3$ ) não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos programas de iluminação e a interação entre as fontes de variação não foi significativa (Tabela 24). Os períodos influenciaram o peso específico dos ovos.

TABELA 25. Peso específico de ovos ( $\text{g/cm}^3$ ) de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	1.077,8	1.073,8	1.071,9	1.071,4	1.073,6
Intermitente	1.078,4	1.074,5	1.071,8	1.071,6	1.074,1
Natural	1.077,8	1.071,9	1.072,5	1.070,9	1.073,3
MÉDIA <sup>1</sup>	1.078,0	1.073,4	1.072,0	1.071,3	
CV parcela(%)	0,33				
CVsub parcela(%)	0,29				

<sup>1</sup> Efeito Quadrático ( $P<0,05$ ).

A média de peso específico nos programas de iluminação ao final do experimento foi semelhante ( $P>0,05$ ). Como essa variável pode ser utilizada para avaliar a qualidade da casca dos ovos, neste experimento a qualidade não foi prejudicada com os programas fornecidos.

Na análise de regressão para períodos foi observado comportamento linear decrescente da variável (Figura 23).

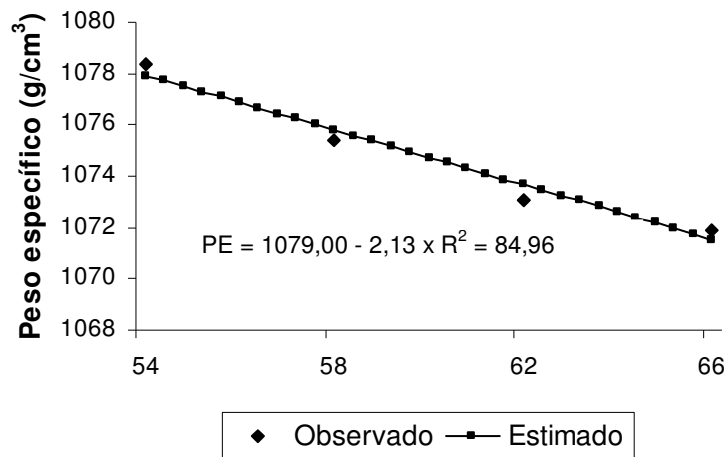


FIGURA 23 – Peso específico de ovos (g/cm<sup>3</sup>) nos quatro períodos experimentais

Após o pico de postura ocorre a piora da qualidade da casca porque a secreção de carbonato de cálcio, com o passar da idade, é insuficiente para acompanhar o aumento do tamanho do ovo, resultando em menor espessura da casca (Etches, 1996).

Nos trabalhos de pesquisa consultados esta variável não foi avaliada, não havendo, portanto, como comparar os resultados obtidos.

#### 4.2.3. Medidas da qualidade interna do ovo

##### 4.2.3.1 Altura do albúmen

A altura do albúmen (mm) das poedeiras semi-pesadas não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelos programas de iluminação (Tabela 25), mas modificou conforme o período avaliado. A interação entre as duas fontes de variação não foi significativa.



TABELA 25. Altura do albúmen (mm) de ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	5,60	5,21	6,19	6,40	5,85
Intermitente	5,79	5,67	6,31	6,13	5,97
Natural	5,72	5,71	5,68	6,87	6,00
MÉDIA <sup>1</sup>	5,70	5,53	6,06	6,47	
CV parcela(%)					14,83
CVsub parcela(%)					12,45

<sup>1</sup> Efeito Quadrático (P<0,05).

As médias de altura de albúmen registradas nos quatro períodos estudados diferiram estatisticamente (P<0,05). Na análise de regressão a variável apresentou comportamento quadrático (Figura 24). A menor altura de albúmen foi de 5,59 mm, calculada através da equação de regressão, na 58ª semana de idade das aves.

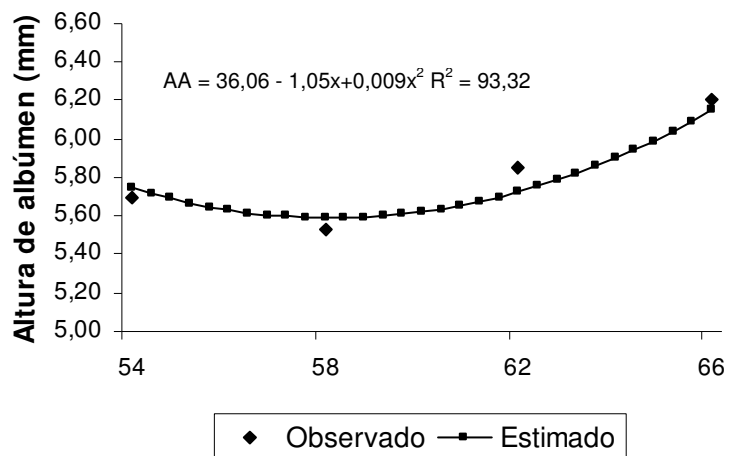


FIGURA 24 – Altura do Albúmen (mm) de ovos nos quatro períodos experimentais

#### 4.2.3.2 Unidade Haugh

Pelas médias de Unidade Haugh (Tabela 26) dos ovos pode-se observar que os programas de iluminação não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a variável assim como a interação também não foi significativa. A Unidade Haugh variou nos períodos avaliados.

TABELA 26. Unidade Haugh dos ovos de acordo com o programa de iluminação e período em poedeiras semi-pesadas\*

PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO	PERÍODO (idade em semanas)				MÉDIA
	53-56	57-60	61-64	65-68	
Contínuo	69,64	66,71	74,01	62,59	68,24
Intermitente	71,40	70,00	74,39	62,52	69,58
Natural	69,92	70,57	69,55	62,66	68,18
MÉDIA <sup>1</sup>	70,32	69,09	72,65	62,59	
CV parcela(%)					9,58
CVsub parcela(%)					8,04

<sup>1</sup> Efeito Quadrático (P<0,05).

Koelkebeck (1986), em trabalho de pesquisa, não encontrou diferença de UH de ovos das aves que se encontram sob programa de iluminação contínuo, quando comparadas com as que estão sob programa intermitente. Resultado semelhante foi obtido neste estudo.

Entre os períodos (Figura 25) houve diferença significativa (P<0,05) para a Unidade Haugh. A variável apresentou comportamento quadrático e, através da equação de regressão, foi obtido o maior índice (71,86) na 60ª semana de idade das aves.

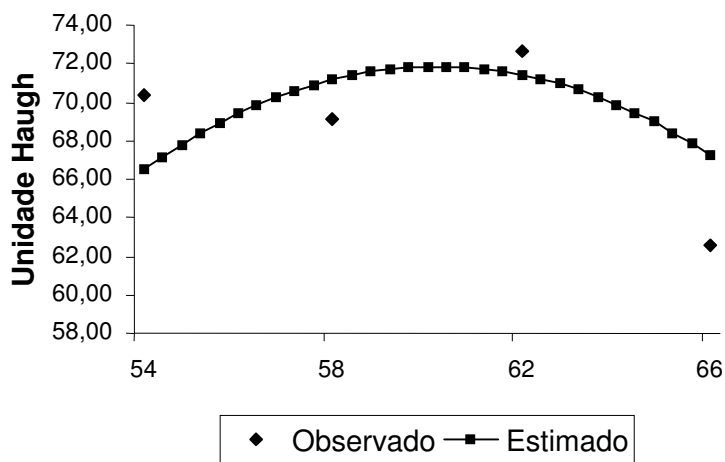


FIGURA 25 – Unidade Haugh dos ovos nos quatro períodos experimentais

Segundo Cotta (2002), à medida que a ave avança de idade, a qualidade interna do ovo piora. Esta ocorre de maneira gradual, sendo grande a proporção de albumina densa no início da postura, ao contrário do que se observa no final.

## 5 CONCLUSÕES

Poedeiras leves e semi-pesadas, em final de postura, podem ser criadas com programa de iluminação intermitente sem diminuição da produtividade e sem piora nas características dos ovos.

Poedeiras leves, em final de postura, podem ser criadas sem o uso de energia elétrica suplementar, em dias de luminosidade crescente, mantendo o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos.

Poedeiras semi-pesadas não devem ser criadas apenas com programa de iluminação natural pois o desempenho zootécnico piora. No entanto, a qualidade dos ovos não apresenta o mesmo comportamento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROSS. Disponível em < [http://www.avisite.com.br/canal/manual\\_manejo\\_.pdf](http://www.avisite.com.br/canal/manual_manejo_.pdf).> Acesso em: 10 de fev. 2003.
- ALI, A.; CHENG, K.M. Early egg production in genetically blind (rc/rc) chicken in comparison with sighted (Rc+/rc) controls. **Poultry Science**, v.64, p.789-794, 1985.
- ARENDT, J. Role of the pineal gland and melatonin in seasonal reproductive functions in mammals. **Oxford Rev. Reprod. Biology**, v.8, p.266-320, 1986.
- BAIÃO, N.C.; AGUILAR, C.A.L. Programa de luz para frangos de corte. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE AVICULTURA, 2., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: FAEMG, 1999. p. 92-102.
- BANKS, P.A.; KOEN, T.B. Intermittent light regimens for laying hens. **Poultry Science**, v.68, n.6, p. 739-743, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas** (1961-1990). Brasília, 1992. 84p.
- CAMPOS, E.J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2000.
- CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS - CEMIG. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br>>. Acesso em: 20 nov. 2002.
- CHARLES, D.R.; TUCKER, S.A. Response of modern hybrid laying stocks to change in photoperiod. **British Poultry Science**, v.34, p. 241-254, 1993.
- COOPER, J.B. BARNETT, B.D. Ahemeral fotoperiods for chicken hens. **Poultry Science**, v.55, n.4, p.1183-1187, 1976.
- COTTA, J.T.B. **Reprodução da galinha e produção de ovos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 311p.
- COTTA, J.T.B. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 270p.

ERNST, R.A.; MILLAM, J.R.; MATTHEW, F.B. Review of life-history lighting program for commercial laying fowls. **World's Poultry Science Journal**, v. 43, n.1, p. 44-55, fev. 1984.

ETCHES, R.J. Estímulo luminoso na reprodução. In: CURSO DE FISIOLOGIA DA REPRODUÇÃO DE AVES, 1993, Santos. **Anais ...** Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1993. p. 41-56.

ETCHES, R.J. Estímulo luminoso na reprodução. **In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS Fisiologia da reprodução de aves..** Campinas, 1994. p. 59-76.

ETCHES, R.J. **Reproducción aviar.** Zaragoza: Acribia, 1996. 339p.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR).** Lavras: UFLA/DEX, 2000.

FOSTER, R.G.; FOLLETT, B.K. The involvement of a rhodopsin-like photopigment in the photoperiodic response of the japanese quail. **Journal Comparative Physiology Animal**, v.157, 519-528, 1985.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos.** 5.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

HARRISON, P. et al. Sexual maturity and subsequent reproductive performance of white leghorn chickens subjected to different parts of the light spectrum. **Poultry Science**, v.48, p. 878-883, 1980.

HY-LINE. Disponível em: <<http://www.hylinedobrasil.com.br>> Acesso em: 20 de nov. 2002.

INGRAM, D.R.; BIRON, T.R.; WILSON, H.R. Lighting of end of laying broiler breeders; fluorescent versus incandescent. **Poultry Science**, v.66, p.215-217, 1987.

KOELKEBECK, K.W. Hemeral light-dark and intermittent photoperiod effects on laying hens. **Poultry Science**, v.65, n.11, p. 2002-2007, 1986.

LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Effects of interrupted light regimens on the feeding activity of the laying fowl. **British Poultry Science**, v.27, p. 661-669, 1986.

LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Response of laying hens to asymmetrical interrupted lighting regimens: physiological aspects. **British Poultry Science**, v.31, p. 45-52, 1990.

LEWIS, P.D.; PERRY, G.C.; MORRIS, T.R. Effect of photoperiod on the mean oviposition time of two breeds of laying hen. **British Poultry Science**, v.36, n. 1, p. 33-37, 1995.

LEWIS, P.D.; PERRY, G.C.; MORRIS, T.R. Effect of 5 hour increases in photoperiod and in feeding opportunity on age at first egg. **British Poultry Science**, v.37, n.1, p.15-19, 1996.

LEWIS, P.D.; PERRY, G.C.; MORRIS, T.R. Effects of constant and of changing photoperiods on age of first egg and related traits in pullets. **British Poultry Science**, v.37, n.5, p. 885-894, 1997.

LEWIS, P.D. et al. Intermittent light regimes and mortality rates in laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p. 113-120, 1992.

LOWE, R.W.; HEYWANG, B.W. Effect of various light treatments during growing period on egg production of october hatched White Leghorn pullets. **Poultry Science**, v.43, n.1, p. 11-15, 1964.

MALPAUX, B. et al. Contrôle fotoperiodique de la reproduction. **INRA Production Animal**, v.9, n.1, p. 9-23, 1996.

MARCH, T.I.; THOMSON, L.J.; LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Sleep and activity behaviour of layers subjected to an interrupted lighting schedule. **British Poultry Science**, v.33, p.895-896, 1990.

MIDGLEY, M., MORRIS, T.R., BUTLER, E.A. Experiment with the biomimetic light system for laying hens. **British Poultry Science**, v.29, n.2, 1988, p. 333-342.

MONGIN, P. Food intake and oviposition by domestic fowl under skeleton photoperiods. **British Poultry Science**, v.21, p.389-394, 1980.

MONGIN, P.; JASTRAZEBSKI, M.; VAN TIENHOVEN, A. Temporal patterns of ovulation, oviposition and feeding of laying hens under skeleton photoperiods. **British Poultry Science**, v.19, p.747-753, 1978.



MORRIS, T.R. Use of intermittent light to save feed and to improve egg shell quality in laying flocks. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, 17., 1988, Nagoya. **Proceedings...** Nagoya: Japanese Poultry Association. 1988. p. 161-164.

MORRIS, T.R., BUTLER, E.A. New intermittent light programme (the reading system) for laying pullets. **British Poultry Science**, v.36, p-531-535, 1995.

MORRIS, T.R.; MIDGLEY, M.; BUTLER, E.A. Experiment with the Cornell intermittent light system for laying hens. **British Poultry Science**, v.28, n.2, 1988, p.325-332, 1988.

MORRIS, T.R.; MIDGLEY, M.M.; PERRY, G.C. Effect of age at starting Biomittent light on performance of laying hens. **British Poultry Science**, v.31, p.447-455, 1990.

NYS, Y.; MONGIN, P. The effect of 6 and 8 hour light/dark cycles on egg production on pattern of oviposition. **British Poultry Science**, v.22, p- 391-397, 1981.

REITER, R.J. The mammalian pineal gland: structure and function. **American Journal Anatomy**, v.162, p.287-313, 1981.

RENEMA, R.A. et al. Effects of photostimulatory light intensity on ovarian morphology and carcass traits at sexual maturity in modern na antique egg-type pullets. **Poultry Science**, v.80, n.1, p. 47-56, 2001.

RENEMA, R.A.; ROBINSON, F.E. Effects of light intensity from photostilation in four strains of commercial egg layers: 1. Ovarian morphology and carcass performance. **Poultry Science**, v.80, n.8, p. 1112-1120, 2001.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV/Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.

ROWLAND, K.W. Intermittent lighting for laying fowls: A Review. **World's Poultry Science Journal**, v. 41, n.1, p. 5-20, 1985.

SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **INRA Production Animal**, v.9, n.1, p.25-34, 1996.

SAUVEUR, B., MONGIN, P. Performance of laying reared and/or kept under different 6-hour light/dark cycles. **British Poultry Science**, v.24, n.2, p.405-416, 1983.

SHANAWANY, M.M. Response of laying to ahemeral light cycle incorporating age at application and changes in effective photoperiod. **World Poultry Science Journal**, v.48, p.156-164, 1992.

SHUTZE, J.V.; MATSON, W.E.; MCGINNIS, J. Effect of light on economic and physiological characters of laying hen. **Poultry Science**, v.42, n.1, p. 150-156, 1963.

SKOGLUND, W.C.; WHITTAKER, D. Interrupted lighting programmes for brown egg breeds. **Poultry Science**, v.59, p. 2397-2399, 1980.

TORGES, von H.G., RAUCH, H.W., WEGNER, R.M. Intermittierende beleuchtung von legehennen und ihr einfluss auf legeleistung, eiquality, eiablage and futter aufnahmerhythmik. **Archiv für Geflügelkunde**, v.45, p. 76-82, 1981,

VAN TIENHOVEN, A; OSTRANDER, C.E. Shot total photoperiods and egg production of White Leghorn. **Poultry Science**, v.55, p. 1361-1364, 1976.

VIGIE, C. et al. Regulation of LHRH secretion by melatonin in the ewe. I Simultaneous delayed increase in LHRH and LH pulsatile secretion. **Biology Reproduction**, v.52, p.1114-1120, 1995.

WILLIAMS, J.B.; SHARP, P.J. A comparison of plasma progesterone and luteinizing hormone in growing hens from eight weeks of age to sexual maturity. **Poultry Science**, v.75, p.447-448, 1977.

YU, H.S.; TSIN, A.T.C.; REITER, R.J. Melatonin: history, biosynthesis and assay methodology. In: YU, H.S.; REITER, R.J. (Ed.). **Melatonin**: biosynthesis, physiological effects and clinical applications. Boca Raton, Florida: CRC, 1993. p.1-16.

## 7 ANEXOS

TABELA	SUMÁRIO	PÁGINA
	<b>EXPERIMENTO COM POEDEIRAS LEVES</b>	
1 A	Resumo da análise de variância do consumo de ração das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	90
2 A	Resumo da análise de variância da produção de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	90
3 A	Resumo da análise de variância da perda de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	91
4 A	Resumo da análise de variância do peso de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	91
5 A	Resumo da análise de variância da massa de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	91
6 A	Resumo da análise de variância da conversão alimentar das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	92
7 A	Resumo da análise de variância da viabilidade das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	92
8 A	Resumo da análise de variância do peso da casca de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	92
9 A	Resumo da análise de variância da espessura da casca de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	93
10 A	Resumo da análise de variância do peso específico de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental.....	93
11 A	Resumo da análise de variância da altura de albúmen de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	93

TABELA		PÁGINA
12 A	Resumo da análise de variância da Unidade Haugh de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental .....	94
EXPERIMENTO COM POEDEIRAS SEMI-PESADAS		
13 A	Resumo da análise de variância do consumo de ração das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	94
14 A	Resumo da análise de variância da produção de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	95
15 A	Resumo da análise de variância da perda de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	95
16 A	Resumo da análise de variância do peso de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	95
17 A	Resumo da análise de variância da massa de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	96
18 A	Resumo da análise de variância da conversão alimentar das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	96
19 A	Resumo da análise de variância da viabilidade das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	97
20 A	Resumo da análise de variância do peso da casca de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	97
21 A	Resumo da análise de variância da espessura da casca de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	97
22 A	Resumo da análise de variância do peso específico de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	98
23 A	Resumo da análise de variância da altura de albúmen de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	98

TABELA		PÁGINA
24 A	Resumo da análise de variância da Unidade Haugh de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental .....	98
1B	Tabela de iluminação natural na Região Sudeste brasileira durante o período experimental .....	99
1C	Temperaturas (°C) máximas e mínimas registradas durante os períodos experimentais .....	100
1D	Intensidade luminosa (Lux) registrada nos ambientes experimentais .....	101

## ANEXO A – ANÁLISES DE VARIÂNCIA

TABELA 1 A – Resumo da análise de variância do consumo de ração das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,000034	0,0479
Erro a	21	0,000010	
Período (P)	3	0,000086	0,0000
T*P	6	0,000012	0,0216
T/P1	(2)	0,000006	0,2661
T/P2	(2)	0,000020	0,0151
T/P3	(2)	0,000019	0,0217
T/P4	(2)	0,000026	0,0054
P/T1	(3)	0,000010	0,0992
P/T2	(3)	0,000053	0,0000
P/T3	(3)	0,000048	0,0000
Resíduo	63	0,000005	

TABELA 2 A – Resumo da análise de variância da produção de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,149	0,0050
Erro a	21	0,021	
Período (P)	3	1,344	0,0000
T*P	6	5,480	0,0001
T/P1	(2)	0,050	0,0264
T/P2	(2)	0,009	0,5010
T/P3	(2)	0,257	0,0000
T/P4	(2)	0,050	0,0268
P/T1	(3)	0,637	0,0000
P/T2	(3)	0,419	0,0000
P/T3	(3)	0,432	0,0000
Resíduo	63	0,013	

TABELA 3 A – Resumo da análise de variância da perda de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	1,937	0,7557
Erro a	21	6,822	
Período (P)	3	11,134	0,0019
T*P	6	0,655	0,9205
Resíduo	63	126,412	

TABELA 4 A – Resumo da análise de variância do peso de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	5,522	0,4795
Erro a	21	7,253	
Período (P)	3	34,119	0,0304
T*P	6	17,403	0,1576
Resíduo	63	10,773	

TABELA 5 A – Resumo da análise de variância da massa de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	3116904,623	0,0000
Erro a	21	177266,721	
Período (P)	3	10744529,281	0,0000
T*P	6	3145317,893	0,0000
T/P1	(2)	611959,152	0,0274
T/P2	(2)	48030,559	0,7435
T/P3	(2)	11403258,438	0,0000
T/P4	(2)	89610,154	0,0544
P/T1	(3)	9601405,842	0,0000
P/T2	(3)	3534775,858	0,0000
P/T3	(3)	3898983,368	0,0000
Resíduo	63	61963,668	

TABELA 6 A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,493	0,0231
Erro a	21	0,108	
Período (P)	3	3,754	0,0000
T*P	6	0,176	0,1143
Resíduo	63	0,098	

TABELA 7 A – Resumo da análise de variância da viabilidade das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	151,367	0,0169
Erro a	21	30,328	
Período (P)	3	73,564	0,2503
T*P	6	24,529	0,8297
Resíduo	63	52,446	

TABELA 8 A – Resumo da análise de variância do peso da casca de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,722	0,0253
Erro a	21	0,164	
Período (P)	3	0,190	0,3250
T*P	6	0,199	0,3009
Resíduo	63	0,161	



TABELA 9 A – Resumo da análise de variância da espessura da casca de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,0008	0,1202
Erro a	21	0,0003	
Período (P)	3	0,0016	0,0125
T*P	6	0,0008	0,0802
Resíduo	63	0,0004	

TABELA 10 A – Resumo da análise de variância do peso específico de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	12,072	0,2643
Erro a	21	8,508	
Período (P)	3	124,944	0,0000
T*P	6	6,975	0,3537
Resíduo	63	6,155	

TABELA 11 A – Resumo da análise de variância da altura de albúmen de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	1,357	0,0186
Erro a	21	0,280	
Período (P)	3	9,390	0,0000
T*P	6	0,757	0,1568
Resíduo	63	0,467	

TABELA 12 A – Resumo da análise de variância da Unidade Haugh de ovos das poedeiras leves por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	163,626	0,2009
Erro a	21	94,370	
Período (P)	3	263,750	0,1035
T*P	6	310,646	0,0297
T/P1	(2)	64,561	0,5914
T/P2	(2)	4,671	0,9643
T/P3	(2)	4,047	0,9691
T/P4	(2)	1022,287	0,0006
P/T1	(3)	264,875	0,1015
P/T2	(3)	257,276	0,1093
P/T3	(3)	362,891	0,0389
Resíduo	63	123,005	

TABELA 13 A – Resumo da análise de variância do consumo de ração das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,000036	0,1521
Erro a	21	0,000018	
Período (P)	3	0,005227	0,0000
T*P	6	0,000073	0,0000
T/P1	(2)	0,000070	0,0035
T/P2	(2)	0,000058	0,0085
T/P3	(2)	0,000076	0,0022
T/P4	(2)	0,000050	0,0151
P/T1	(3)	0,001683	0,0000
P/T2	(3)	0,002381	0,0000
P/T3	(3)	0,001308	0,0000
Resíduo	63	0,000011	

TABELA 14 A – Resumo da análise de variância da produção de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,433	0,0001
Erro a	21	0,031	
Período (P)	3	0,323	0,0000
T*P	6	0,018	0,0892
Resíduo	63	0,009	

TABELA 15 A – Resumo da análise de variância da perda de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	4,459	0,6733
Erro a	21	11,061	
Período (P)	3	2,870	0,1028
T*P	6	1,234	0,4836
Resíduo	63	1,335	

TABELA 16 A – Resumo da análise de variância do peso de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	2,853	0,8323
Erro a	21	15,405	
Período (P)	3	66,600	0,0000
T*P	6	6,338	0,5477
Resíduo	63	7,594	

TABELA 17 A – Resumo da análise de variância da massa de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	3561924,142	0,0009
Erro a	21	359230,569	
Período (P)	3	1607983,057	0,0000
T*P	6	312316,593	0,0221
T/P1	(2)	643253,974	0,0059
T/P2	(2)	260858,232	0,1125
T/P3	(2)	1126401,159	0,0002
T/P4	(2)	2468360,556	0,0000
P/T1	(3)	554111,206	0,0046
P/T2	(3)	191882,677	0,1860
P/T3	(3)	1486622,359	0,0000
Resíduo	63	116427,476	

TABELA 18 A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,756	0,0002
Erro a	21	0,055	
Período (P)	3	1,378	0,0000
T*P	6	0,174	0,0006
T/P1	(2)	0,148	0,0234
T/P2	(2)	0,035	0,3939
T/P3	(2)	0,100	0,0760
T/P4	(2)	0,996	0,0000
P/T1	(3)	0,369	0,0000
P/T2	(3)	0,122	0,0271
P/T3	(3)	1,236	0,0000
Resíduo	63	0,037	

TABELA 19 A – Resumo da análise de variância da viabilidade das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	1,627	0,6136
Erro a	21	3,255	
Período (P)	3	2,170	0,5756
T*P	6	3,797	0,3355
Resíduo	63	3,255	

TABELA 20 A – Resumo da análise de variância do peso da casca de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,061	0,7593
Erro a	21	0,218	
Período (P)	3	0,067	0,6389
T*P	6	0,032	0,9478
Resíduo	63	0,119	

TABELA 21 A – Resumo da análise de variância da espessura da casca de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,0004	0,5605
Erro a	21	0,0007	
Período (P)	3	0,0015	0,0315
T*P	6	0,0003	0,7124
Resíduo	63	0,0005	

TABELA 22 A – Resumo da análise de variância do peso específico de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	5,291	0,6585
Erro a	21	12,416	
Período (P)	3	214,277	0,0000
T*P	6	4,277	0,8566
Resíduo	63	9,960	

TABELA 23 A – Resumo da análise de variância da altura de albúmen de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,197	0,7774
Erro a	21	0,776	
Período (P)	3	4,099	0,0002
T*P	6	0,848	0,1764
Resíduo	63	0,546	

TABELA 24 A – Resumo da análise de variância da Unidade Haugh de ovos das poedeiras semi-pesadas por programa de iluminação e por período experimental

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	20,161	0,6339
Erro a	21	43,280	
Período (P)	3	445,338	0,0000
T*P	6	26,587	0,5204
Resíduo	63	30,479	

## ANEXO B

TABELA1B – Tabela de iluminação natural na Região Sudeste brasileiras durante o período experimental.

Dia	Centro-Oeste (Rio de Janeiro)		
	Nasce	Se Põe	Fotoperíodo
21 set	5h44	17h49	12h05
1º out	5h34	17h52	12h18
11 out	5h25	17h56	12h31
21 out	5h16	18h00	12h44
1º nov	5h08	18h05	12h57
11 nov	5h03	18h09	13h06
21 nov	5h00	18h18	13h18
1º dez	4h59	18h25	13h26
11 dez	5h01	18h31	13h30
21 dez	5h05	18h37	13h32
31 dez	5h11	18h41	13h30
1º jan	5h11	18h42	13h31
11 jan	5h18	18h44	13h26

Fonte: adaptado de COTTA (2002)

## ANEXO C

TABELA 1C – Temperaturas (°C) máximas e mínimas registradas durante os períodos experimentais.

Período 1			Período 2			Período 3			Período 4		
51-54 semanas*			55-58 semanas*			59-62 semanas*			66-70 semanas*		
53-56 semanas**			56-59 semanas**			59-62 semanas**			62-66 semanas**		
Dia	Max	Min	Dia	Max	Min	Dia	Max	Min	Dia	Max	Min
22/09	20,2	14,7	20/10	32,2	16,7	17/11	30,3	18,2	15/12	22,6	19,0
23/09	26,0	14,8	21/10	34,3	17,9	18/11	30,5	18,2	16/12	23,2	17,1
24/09	19,8	14,6	22/10	31,4	18,2	19/11	27,8	18,5	17/12	28,1	17,1
25/09	20,8	12,9	23/10	25,9	17,4	20/11	30,6	19,2	18/12	30,2	17,9
26/09	26,7	12,6	24/10	30,5	16,3	21/11	32,6	19,7	19/12	30,8	17,1
27/09	27,7	12,5	25/10	33,1	16,4	22/11	26,6	18,8	20/12	31,8	19,5
28/09	27,4	13,7	26/10	33,0	18,7	23/11	28,4	19,6	21/12	32,2	19,4
29/09	29,4	14,0	27/10	33,2	17,5	24/11	30,6	19,1	22/12	29,8	19,5
30/09	30,8	14,9	28/10	33,4	18,3	25/11	30,5	16,9	23/12	31,5	19,7
01/10	32,4	16,9	29/10	31,0	18,0	26/11	29,4	19,2	24/12	31,2	20,6
02/10	27,8	15,7	30/10	24,2	18,7	27/11	27,0	20,4	25/12	29,7	20,6
03/10	30,4	15,7	31/10	28,4	19,8	28/11	31,4	16,1	26/12	28,8	19,0
04/10	26,2	16,7	01/11	29,6	17,9	29/11	32,2	18,0	27/12	29,0	15,2
05/10	31,8	17,6	02/11	30,1	17,3	30/11	32,6	18,5	28/12	29,8	15,9
06/10	32,1	18,7	03/11	31,3	17,0	01/12	33,2	19,3	29/12	30,6	17,9
07/10	32,2	14,7	04/11	29,4	18,7	02/12	33,7	20,3	30/12	30,6	18,9
08/10	33,8	16,4	05/11	28,8	19,7	03/12	31,7	19,0	31/12	29,7	20,1
09/10	33,4	18,6	06/11	20,1	15,7	04/12	31,2	20,0	01/01	32,2	19,4
10/10	33,6	16,8	07/11	24,7	13,6	05/12	31,3	19,2	02/01	29,6	20,4
11/10	34,0	16,0	08/11	25,6	11,9	06/12	31,0	20,1	03/01	27,6	20,5
12/10	34,8	16,3	09/11	27,8	15,0	07/12	32,5	19,3	04/01	24,2	21,1
13/10	34,4	17,0	10/11	31,5	14,9	08/12	32,4	19,5	05/01	26,2	21,0
14/10	33,0	15,7	11/11	29,2	19,8	09/12	29,4	20,6	06/01	24,2	20,0
15/10	33,8	14,5	12/11	26,0	17,9	10/12	27,0	19,3	07/01	26,4	18,5
16/10	33,9	15,5	13/11	26,4	18,9	11/12	25,6	19,1	08/01	27,0	17,6
17/10	35,1	15,3	14/11	27,1	18,1	12/12	22,6	19,4	09/01	31,8	17,9
18/10	32,2	18,0	15/11	26,4	18,7	13/12	26,3	19,1	10/01	32,9	21,2
19/10	31,2	18,1	16/11	31,2	17,2	14/12	26,6	19,3	11/01	27,8	18,5

\* Poedeiras Leves

\*\* Poedeiras Semi-pesadas



## ANEXO D

TABELA 1D – Intensidade luminosa (Lux) registrada em doze pontos distintos dos ambientes experimentais.

Pontos	Tratamento	Luz Natural	Luz Artificial	Escuro
1	1	25,8	18,5	0,1
2	1	23,2	19,1	0,1
3	1	24,5	18,6	0,1
4	1	25,2	14,4	0,1
5	1	22,2	15,3	0,1
6	1	24,1	14,8	0,1
7	1	25,6	14,4	0,1
8	1	23,4	16,2	0,1
9	1	24,2	15,3	0,1
10	1	25,4	12,6	0,1
11	1	22,4	14,4	0,1
12	1	24,0	13,1	0,1
1	2	25,2	18,3	0,1
2	2	23,6	19,7	0,1
3	2	24,0	18,7	0,1
4	2	24,3	15,2	0,1
5	2	22,5	16,2	0,1
6	2	23,1	14,4	0,1
7	2	25,2	16,4	0,1
8	2	23,6	18,2	0,1
9	2	24,4	15,2	0,1
10	2	24,1	13,6	0,1
11	2	20,4	14,4	0,1
12	2	23,3	13,5	0,1
1	3	25,6	-	0,1
2	3	23,2	-	0,1
3	3	24,5	-	0,1
4	3	24,1	-	0,1
5	3	22,1	-	0,1
6	3	23,3	-	0,1
7	3	25,6	-	0,1
8	3	23,4	-	0,1
9	3	25,1	-	0,1
10	3	24,4	-	0,1
11	3	21,3	-	0,1
12	3	23,5	-	0,1