



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



DIFERENTES SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL USADOS NO ALOJAMENTO DE POEDEIRAS LEVES

IÁNGLIO MÁRCIO TRAVASSOS DUARTE JÁCOME

CAMPINAS
MARÇO DE 2009



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



DIFERENTES SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL USADOS NO ALOJAMENTO DE POEDEIRAS LEVES

Tese submetida à banca examinadora para
obtenção do título de doutor em Engenharia
Agrícola na área de concentração em
Construções Rurais e Ambiente.

IÁNGLIO MÁRCIO TRAVASSOS DUARTE JÁCOME

Orientador: Prof. Dr. LUIZ ANTONIO ROSSI

CAMPINAS
MARÇO DE 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

J156d Jácome, Iânglio Márcio Travassos Duarte
Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no
alojamento de poedeiras leves / Iânglio Márcio
Travassos Duarte Jácome. --Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Luiz Antonio Rossi.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Ovos - Produção. 2. Avicultura postura. 3. Ave
poedeira. 4. Ovos - Qualidade. I. Rossi, Luiz Antonio.
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Different used artificial lighting systems in the lodging of
light hens

Palavras-chave em Inglês: Eggs - Productions, Poultry posture, Laying hen,
Eggs quality

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiência

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Marco Aurélio de Felício Porcionato, Celso Eduardo
Lins de Oliveira, Irenilza de Alencar Nääs, Daniella Jorge
de Moura

Data da defesa: 13/03/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Tese de Doutorado** defendida por **Iánglio Márcio Travassos Duarte Jácome**, aprovada pela Comissão Julgadora em 13 de março de 2009, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



Prof. Dr. Luiz Antonio Rossi – Presidente e Orientador
Feagri/Unicamp



Prof. Dr. Marco Aurélio de Felício Porcionato - Membro Titular
USP



Prof. Dr. Celso Eduardo Lins de Oliveira - Membro Titular
USP



Profª. Drª. Irenilza de Alencar Nääs - Membro Titular
Feagri/Unicamp



Profª. Drª. Daniella Jorge de Moura - Membro Titular
Feagri/Unicamp

DEDICATÓRIA

*A todas as aves de postura que
vivem em regime de baterias de gaiolas,
Dedico este trabalho.*

“Não é o bastante ver que um jardim é bonito sem ter que acreditar também que há fadas escondidas nele?”

Douglas Adams

AGRADECIMENTOS

A minha família.

Ao Professor da UNICAMP, Dr. Luiz Antonio Rossi pela orientação, confiança, amizade, correções e indispensáveis contribuições a este trabalho.

As Dr^{as}. Juliana Sarubbi (Nada sucumbirá nossos pensamentos), Carmelita de Fátima do Amaral Ribeiro (Muito grato por sua amizade e paciência) e Leda Gobbo Bueno por estarem sempre presentes, ajudando em grande parte do experimento.

A todos os amigos estudantes da Unicamp, em especial Karla, Kelly, Nina, Evandro, Eduardo, Paulinho, Márcio e Rojane.

Ao pessoal da secretaria de pós-graduação da UNICAMP, Marta, Ana, Alexandre pela ajuda e paciência.

A Coordenadora do curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola Daniella Jorge de Moura.

Aos Professores que colaboraram com sugestões e participação na conclusão deste trabalho.

Aos poucos e sinceros amigos que de alguma forma me ajudaram a ser grande durante todo o trajeto da vida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
1 INTRODUÇÃO	01
2 JUSTIFICATIVAS	03
3 OBJETIVO.....	04
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	05
4.1 Fisiologia do estresse calórico nas aves	05
4.1.1 Influência do ambiente quente sobre a produção	06
4.1.2 Influência do ambiente térmico sobre as fêmeas.....	07
4.1.3 O bem estar e o desempenho do animal	07
4.1.4 Ambiente	08
4.2 Uso racional de energia elétrica na avicultura.....	10
4.3 Influência do ambiente sobre a qualidade dos ovos	14
4.3.1 Gravidade específica.....	16
4.4 Índices do ambiente térmico.....	17
4.4.1 Temperatura ambiente e umidade relativa do ar	18
4.4.2 Índice de temperatura e umidade (ITU)	19
4.5 Iluminação	22
4.5.1 Percepção da luz	22
4.5.1.1 Ritmo circadiano	23
4.6 Programas de iluminação para aves.....	24
4.6.1 Luz	24
4.6.2 Fluxo luminoso	25
4.6.3 Intensidade luminosa	25
4.6.4 Iluminância	25
4.6.5 Cor da luz	26
4.6.6 Programas de iluminação para aves.....	26
4.6.7 Aplicação dos programas de iluminação	28

4.7 Produção e qualidade de ovos influenciados pela iluminação	30
4.8 Lâmpadas	32
4.8.1 Lâmpadas Incandescentes	33
4.8.2 Lâmpadas de descarga	33
4.8.2.1 Lâmpadas de descarga de baixa pressão.....	34
4.8.2.2 Lâmpadas de descarga de alta pressão	34
5 MATERIAL E MÉTODOS	36
5.1 local	36
5.2 Rotina de trabalho na unidade produtora.....	36
5.3 Instalações	36
5.3.1 Capacidade de produção	36
5.3.2 Caracterização dos galpões.....	37
5.3.3 Sistema de abastecimento	40
5.3.4 Sistema de iluminação	41
5.3.5 Sistema de ventilação	42
5.3.6 Coleta dos ovos.....	42
5.4 Alimentação.....	43
5.5 Animais e equipamentos utilizados	44
5.5.1 Aves	45
5.6 Etapas das pesquisa	45
5.7 Sistema de aquisição de dados	46
5.7.1 Transmissores de temperatura e umidade RHT-DM NOVUS	46
5.7.1.1 <i>Field Logger</i>	46
5.7.1.2 Smart Trans.....	47
5.7.1.3 Transcomplus	48
5.8 Tratamentos	48
5.8.1 Tratamento 1 - Testemunha.....	48
5.8.2 Tratamento 2 – Lâmpadas fluorescentes compactas 23W.....	49
5.8.3 Tratamento 3 – Lâmpadas vapor de sódio 70W	49
5.8.4 Tratamento 4 – Lâmpadas vapor de mercúrio 125W	49
5.9 Ponto de coleta dos parâmetros	49

5.10 Cálculo luminotécnico.....	52
5.10.1 Número de luminárias	52
5.10.2 Fluxo luminoso total(Φ)	53
5.10.3 Valor de iluminância	53
5.10.4 Fator de depreciação.....	54
5.10.5 Fator de utilização da luminária($\square$)	54
5.10.6 Fator do local (K)	54
5.10.7 Índices de reflexão.....	54
5.10.8 Cálculo do número de luminárias por tratamento	55
5.11 Coleta dos parâmetros	56
5.11.1 Parâmetros climáticos (T, UR, e ITU).....	56
5.11.2 Temperatura e umidade relativa do ar	56
5.11.3 Coleta dos parâmetros de uso de energia elétrica.....	57
5.11.4 Parâmetros Zootécnicos.....	57
5.11.4.1 Peso do ovo.....	58
5.11.4.2 Peso da casca	59
5.11.4.3 Peso da gema	59
5.11.4.4 Peso do albúmen.....	59
5.11.4.5 Peso dos componentes	59
5.11.4.6 Gravidade específica	59
5.11.4.7 Media de produção	60
5.12 Delineamento experimental e estatística	60
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
6.1 Uso eficiente de energia elétrica.....	63
6.1.1 Demanda.....	63
6.1.2 Fator de potência	67
6.1.3 Consumo de energia elétrica.....	69
6.2 Parâmetros climáticos.....	71
6.2.1 Temperatura ambiente	71
6.2.2 Umidade relativa do ar	75
6.2.3 Índice de temperatura e umidade - ITU	78

6.3 Parâmetros zootécnicos	82
6.3.1 1ª Análise – Etapa 4.....	82
6.3.2 2ª Análise – Etapa 5.....	87
6.3.3 3ª Análise – Etapa 6.....	94
6.3.4 Análise de produção	100
7 CONCLUSÕES.....	105
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
9 ANEXOS.....	125

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Relação entre umidade relativa e temperatura para estimar o ITU</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2: Visualização exterior dos galpões de produção.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3: Planta baixa do galpão de produção com localização dos equipamentos.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4: Vista do galpão com cinco baterias, seis andares em cada uma.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5: Visão das linhas de abastecimento e dos filtros d'água e da esteira central de coleta de dados.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 6: Posicionamento das luminárias, janelas e exaustores e a distância entre as mesmas.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 7: Ilustração do local de instalação do field logger e dos transmissores.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8: Caracterização do esquema de coleta de ovos e iluminância em relação as alturas das gaiolas.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 9: Caracterização dos pontos de coleta dos valores de iluminância.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 10: Caracterização do ponto S (Sob) e do ponto I (Intermediário) em relação à distância da fonte luminosa.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 11: Media mensal de todas as tecnologias utilizada, referentes a demanda máxima</i>	<i>64</i>
<i>Figura 12: Demanda solicitada pelas diferentes tecnologias de lâmpadas no período de 24 dias do mês de julho de 2008.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 13: Comportamento mensal do fator de potência das diferentes tecnologias de lâmpadas</i>	<i>68</i>
<i>Figura 14: Media diária de consumo de energia elétrica em kWh das diferentes tecnologias de lâmpadas no mês de Julho</i>	<i>69</i>
<i>Figura 15: Consumo médio mensal para todos os meses de duração da pesquisa</i>	<i>70</i>
<i>Figura 16: Comportamento da temperatura media do ar em função do tempo.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 17: Comportamento das medias de umidade relativa do ar em função do tempo.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 18: Comportamento dos dados do índice de tempertura e umidade relativa do ar em função do tempo. .</i>	<i>78</i>
<i>Figura 19: Comportamento do peso do ovo exposto a diferentes níveis de iluminamento de lâmpadas incandescentes de 60W.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 20: Comportamento do peso do ovo exposto a diferentes níveis de iluminamento da lâmpada compacta PL 23W.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 21: Comportamento do peso do ovo exposto a diferentes níveis de iluminamento da lâmpada vapor de sódio 70W.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 22: Comportamento do peso do ovo exposto a diferentes níveis de iluminamento da lâmpada vapor de mercúrio 125W.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 23: Visualização do tratamento testemunho.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 24: Visualização do tratamento vapor de sódio 70W.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 25: Visualização da esteira central de ovos.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 26: Visualização dos exaustores.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 27: Visualização da 1ª seleção nos ovos.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 28: Visualização da máquina de lavagem dos ovos.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 29: Visualização da máquina de seleção dos ovos.....</i>	<i>127</i>

<i>Figura 30: Visualização da máquina de empacotamento.</i>	128
<i>Figura 31: Visualização do setor de empacotamento e embalagem.</i>	128
<i>Figura 32: Visualização da diferença de tamanho nos ovos observados na pesquisa.</i>	128
<i>Figura 33: Lâmpada de filamento incandescente de 60W.</i>	129
<i>Figura 34: Lâmpada de vapor de sódio de alta pressão de 70W.</i>	130
<i>Figura 35: Características técnicas das lâmpadas de vapor de sódio de 70W.</i>	130
<i>Figura 36: Curva espectral da lâmpada de vapor de sódio de 70W.</i>	130
<i>Figura 37: Características técnica do reator para lâmpada vapor de sódio.</i>	131
<i>Figura 38: Lâmpada de vapor de mercúrio de 125W.</i>	131
<i>Figura 39: Características técnicas da lâmpada de vapor de mercúrio de 125W.</i>	131
<i>Figura 40: Curva espectral da lâmpada de vapor de mercúrio de 125W.</i>	132
<i>Figura 41: Características técnicas do reator da lâmpada de vapor de mercúrio de 125W.</i>	132
<i>Figura 42: Lâmpada fluorescente compacta integrada de 23W.</i>	133
<i>Figura 43: Características técnicas da lâmpada Fluorescente Compacta Integrada de 23W.</i>	133
<i>Figura 44: Curva espectral da lâmpada Fluorescente Compacta Integradas de 23W.</i>	134
<i>Figura 45: Refletor aberto tipo prato sem colarinho.</i>	135
<i>Figura 46: Características técnicas do refletor aberto tipo prato sem colarinho.</i>	135
<i>Figura 47: Médias de temperatura do ar para o mês de Julho de 2008.</i>	136
<i>Figura 48: Médias de ITU para o mês de Julho de 2008.</i>	136
<i>Figura 49: Médias de umidade relativa do ar para o mês de Julho de 2008.</i>	137
<i>Figura 50: Médias de temperatura do ar para o mês de Agosto de 2008.</i>	137
<i>Figura 51: Médias de ITU para o mês de Agosto de 2008.</i>	138
<i>Figura 52: Médias de umidade relativa do ar para o mês de Agosto de 2008.</i>	138
<i>Figura 53: Médias de temperatura do ar para o mês de Setembro de 2008.</i>	139
<i>Figura 54: Médias de ITU para o mês de Setembro de 2008.</i>	139
<i>Figura 55: Médias de umidade relativa do ar para o mês de Setembro de 2008.</i>	140
<i>Figura 56: Médias de temperatura do ar para o mês de Outubro de 2008.</i>	140
<i>Figura 57: Médias de ITU para o mês de Outubro de 2008.</i>	141
<i>Figura 58: Médias de umidade relativa do ar para o mês de Outubro de 2008.</i>	141
<i>Figura 59: Médias de temperatura do ar para o mês de Novembro de 2008.</i>	142
<i>Figura 60: Médias de ITU para o mês de Novembro de 2008.</i>	142
<i>Figura 61: Médias de umidade relativa do ar para o mês de Novembro de 2008.</i>	143
<i>Figura 62: Médias de temperatura do ar para o mês de Dezembro de 2008.</i>	143
<i>Figura 62: Médias de ITU para o mês de Dezembro de 2008.</i>	144
<i>Figura 62: Médias de umidade relativa do ar para o mês de Dezembro de 2008.</i>	144

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Classificação dos valores de ITU para animais domésticas.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 2: Composição percentual das dietas utilizadas durante a pesquisa.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabela 3: Caracterização das etapas da pesquisa e parâmetros avaliados em cada uma.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabela 4: Distâncias consideradas do ponto I em relação a fonte luminosa e os tratamentos.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabela 5: Valores de fluxo luminoso e número de luminárias.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 6: Esquema de quantificação dos ovos coletados por etapa e por tratamento para análise de qualidade.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 7: Caracterização dos delineamentos estatísticos utilizados dentro de cada tratamento e suas repetições.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabela 8: Medias mensais da demanda para diferentes tecnologias de lâmpadas.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabela 9: Redução percentual da demanda máxima de energia elétrica em relação a testemunha por os meses de pesquisa.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 10: Medias do fator de potência para as diferentes tecnologias de lâmpadas.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabela 11: Medias de consumo mensal de energia elétrica pelas diferentes tecnologias de lâmpadas.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabela 12: Redução percentual do consumo de energia elétrica em relação a testemunha para os meses de pesquisa.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 13: Media dos dados de temperatura e valores de amplitudes térmicas ao longo de período de análises.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 14: Media dos dados de umidade relativa máxima e mínima de amplitude ao longo do período de análise.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 15: Valores de ITU mensal submetidos a análise de variância.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 16: Medias dos tratamentos em relação ao peso do ovo (PO), peso da gema (PG), peso da casca (PC), peso do albúmen (PA) e percentagem da casca (Casca).....</i>	<i>82</i>
<i>Tabela 17: Peso do ovo(PO), peso da casca (PC), peso da gema (PG), peso do albúmen e percentagem da casca dos ovos submetidos a diferentes níveis de intensidade luminosa e tecnologias de lâmpadas.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabela 18: Peso do ovo (PO), peso da gema (PG), peso da casca (PC), peso do albúmen (PA) e percentagem da casca (%) de acordo com os tratamentos avaliados.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabela 19: Peso do ovo (PO), peso da gema (PG), peso da casca (PC), peso do albúmen (PA) e percentagem da casca de ovos (Casca) de poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de iluminância.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 20: Media dos pesos dos ovos de aves expostas as tecnologias de lâmpadas avaliadas.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabela 21: Peso do ovo (PO), peso dos componentes (PM), peso da casca (PC), gravidade específica (GE) e percentagem de casca de poedeiras leves submetidas a diferentes tecnologias de iluminação artificial, na etapa 6.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabela 22: Peso do ovo (PO), peso dos componentes (PM), peso da casca (PC), gravidade específica (GE) e percentagem de casca de poedeiras leves submetidas a diferentes alturas e iluminância na etapa 6.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabela 23: Peso do ov referente as alturas de acondicionamento das aves e das tecnologias avaliadas.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabela 24: Produção media de poedeiras alojadas em diferentes alturas e tecnologias de lâmpadas.....</i>	<i>101</i>

<i>Tabela 25: Produção média de poedeiras alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela 26: Percentagens dos componentes do ovo realizadas nas 2 últimas análises da pesquisa.</i>	<i>103</i>

RESUMO

O desenvolvimento genético das poedeiras produziu aves de postura comercial mais eficientes, com menor peso corporal e baixo consumo de ração. Pela mesma razão, são necessárias novas práticas de manejo e adequação destas aves às novas instalações, cada vez mais automatizadas, com ambientes controlados e alojando com maior densidade. Em aves de postura é conhecida a função da luz elétrica nos programas de iluminação, aumentando o fotoperíodo e estimulando a produção de ovos. O objetivo da pesquisa foi avaliar o consumo de energia elétrica dentro de uma instalação avícola de postura, utilizando diferentes tecnologias de lâmpadas e sua influência na qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Utilizou-se duas tecnologias de iluminação, sendo uma a de lâmpadas com alta intensidade de descarga e a outra de filamento incandescente. Na tecnologia de alta intensidade de descarga, foram testadas as lâmpadas fluorescente compacta de 23W de vapor de sódio de 70W e vapor de mercúrio de 125W. Estas foram comparadas com as lâmpadas de filamento incandescente de 60W já utilizadas. Foram avaliados os índices ambientais, parâmetros zootécnicos, qualidade dos ovos e consumo de energia elétrica. A partir de diferentes níveis de altura com iluminância distinta (lux), considerando-se os quatro tipos de lâmpadas, foi realizada uma análise qualitativa do desempenho das aves. Através da análise de variância foi possível constatar diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os níveis de iluminância de acordo com as alturas de acondicionamento das aves, afetando a qualidade dos ovos, ocorrendo redução significativa no peso do ovo e seus componentes na medida em que aumentaram os níveis de lux. Não houve efeito de significância entre as tecnologias ($P < 0,05$), porém houve redução de produção para aves expostas a lâmpada vapor de mercúrio de 125W. Observou-se um menor consumo de energia elétrica e uma menor interferência na qualidade dos ovos, no tratamento composto por lâmpadas fluorescentes compactas de 23W.

Palavras-chave: iluminação artificial, aves de postura, qualidade dos ovos, eficiência energética

ABSTRACT

The genetic development of the commercial layers led to more productive birds, with lesser corporal weight and low ration consumption. For this reason, the use of new rearing conditions with a high level of automatization, a better environmental control and a larger housing capacity, requires the development of new handling techniques, to provide a better adequacy of the birds to these installations. The light programs with electric light bulbs, for layers play an important role for the estimulum of eggs production as they increase the light period to which the birds are exposed. The objectives of this research were the analysis of the electric energy consumption in an egg production plant, using different lamps technologies, and the evaluation of. The of influence these technologies in the quality of the laid eggs. Two different lighting technologies were tested, one of them was the high pressure discharge lamps and the other, incandescent filament light bulbs. Three types of discharge lamps were used during the treal 23 W compact fluorescent lamps, 70 W sodium vapor lamps and 125 W mercury vapor, together with a 60 W incandescent bulb. The environmental indexes, productive parameters, eggs quality and energy consumption were evaluated. For different heights with distinct iluminance levels (in lux) and considering the four diferent lamps, a qualitative analysis of the layers performance was carried out. According to analysis of variance, it was possible to detect significant differences ($P > 0.05$) among the iluminance levels to which the birds were reared. The quality of the eggs decreased as the lux levels increased. There was no significance effect among the lighting technologies ($P > 0.05$), although there was a production decrease for the birds that were exposed to the 125 W mercury vapor illumination. A smaller energy consumption and interference on eggs quality were observed for the utilization of 23 W compact fluorescent lamps.

Key-words: artificial illumination, hens, eggs quality, energy eficiencie.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura de postura ocupa hoje posição de destaque no cenário nacional e internacional devido ao estágio de desenvolvimento, principalmente, do melhoramento genético, da nutrição, da sanidade e do manejo das aves, sendo que, neste último, destacam-se as instalações e os equipamentos. Entretanto, paralelamente a esse aumento no desempenho das aves, outros entraves têm surgido, tais como, problemas pulmonares, que poderiam ser reduzidos com o desenvolvimento de condições ambientais mais apropriadas às necessidades das aves.

Em climas tropicais e subtropicais, os valores de temperatura e umidade relativa do ar têm se mostrado restritivos ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais. Este fato é comprovado principalmente na área de avicultura, em que, a dificuldade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente, é fortemente afetada pelas instalações, que não promovem o equilíbrio térmico desejável. Isto faz com que as amplitudes críticas externas sejam transferidas para o interior dos galpões, provocando altos índices de mortalidade.

A elevação de temperatura ambiente acarreta uma série de efeitos prejudiciais à produção de aves, tais como queda de produção, queda no consumo de alimentos, baixa qualidade dos ovos, dentre outros. Isto torna imprescindível que se criem ambientes internos capazes de diminuir o esforço exercido pelo sistema metabólico dos animais.

O desenvolvimento genético das poedeiras resultou em aves mais produtivas, com menor peso corporal e baixo consumo de ração. Por outro lado, são necessárias novas práticas de manejo e adequação destas aves as novas instalações, cada vez mais automatizadas, com ambientes controlados e alojando com maior densidade.

Considerando que a temperatura corporal das aves poedeiras varia entre 40° e 41°C, a temperatura interna de um galpão de criação deveria estar ao redor dos 34° C, nos primeiros quatro ou cinco dias de vida, mantendo-se, após esse período, entre 18° C e 21° C. No período de produção, é considerada adequada a faixa de temperatura entre 12,7° C e 24° C. Sob a ótica comercial, contudo, na maioria das granjas, isso torna-se impossível, pois, para atender os requisitos acima mencionados e preconizados pela literatura sobre o tema, o conjunto de equipamentos a serem utilizados, para controle de temperatura, estaria alinhado aos critérios de climatização por refrigeração (ar condicionado). O custo de implantação de um sistema

nesses moldes é, sem dúvida, inconcebível, porque está desvinculado da realidade da maioria dos avicultores.

O estudo do consumo e custo de energia elétrica no setor avícola é importante pois, no momento atual, os avicultores de todo país estão diante de um mercado, tanto interno como externo, altamente competitivo. Devido à concorrência existente, torna-se fundamental a redução dos custos de produção em que estão incluídos os gastos com energia elétrica.

Na literatura são encontrados poucos trabalhos científicos de consumo de equipamentos elétricos, consumo de energia elétrica geral, custo de energia elétrica e conservação de energia elétrica em instalações de frangos de corte, mas não em grande quantidade.

Em aves de postura, é conhecida a função da luz artificial nos programas de iluminação, aumentando o fotoperíodo e estimulando a produção de ovos, considerando que as aves são responsivas à estimulação pela luz. A regulação por luz artificial é um instrumento comum usado para retardar ou estimular a reprodução e isto se deve aos níveis circulantes de Hormônio Luteinizante (LH) e Hormônio folículo estimulante (FSH) aumentarem com apenas um dia de exposição aos fotoperíodos “longos”. Entretanto, no Brasil, este tema tem sido pouco estudado, pois, com o uso de galpões abertos, o tempo de iluminação artificial diária é muito menor, quando comparado com países onde os galpões são fechados. Nestes países, têm sido desenvolvidas pesquisas com programas de luz intermitente, com a finalidade de reduzir o período de iluminação artificial diário, sem que os índices zootécnicos e a concentração de postura sejam afetados (SAUVEUR, 1996). Portanto, há necessidade no Brasil de promover e intensificar pesquisas que promovam análises multidisciplinares, envolvendo aspectos de desempenho do animal, ambiência e uso da energia elétrica, considerando a genética dos animais, a nutrição e o manejo em níveis adequados.

2. JUSTIFICATIVA

O Brasil produziu no ano de 2007, em média, 24 bilhões de ovos, com plantel estimado de 16 milhões de poedeiras. As estimativas para 2008 foram revistas e até o mês de setembro o acumulado chegou a torno dos 16 bilhões de ovos, segundo a União Brasileira de Avicultura (UBA).

O grande desenvolvimento da avicultura industrial no Brasil está diretamente relacionado com a implantação de técnicas e materiais de construção, visando o conforto térmico das instalações. Dentro do grande crescimento da avicultura industrial brasileira, é plenamente justificável a realização de pesquisas nesse campo. Dessa forma, justificou-se este trabalho, pois:

- Os dados referentes aos índices ambientais (Temperatura Ambiente, Índice de Temperatura e Umidade e Umidade Relativa) de poedeiras comerciais são diminutos e pouco relatados;
- Os parâmetros zootécnicos e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais e as interações desses fatores com o meio ambiente são fatores determinantes no sucesso ou fracasso do empreendimento avícola;
- Os valores relatados, na literatura, de consumo de energia elétrica sobre aves de postura são escassos e o consumo real de energia nas instalações para estas aves não são estudados com detalhes técnicos importantes.

3. OBJETIVO

O objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar o real consumo de energia elétrica dentro de uma instalação avícola de postura, utilizando diferentes tecnologias de iluminação e lâmpadas e sua influência na qualidade dos ovos de poedeiras comerciais.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar o comportamento produtivo de aves comerciais poedeiras leves submetidas a diferentes sistemas de iluminação artificial;
- Analisar os índices de conforto térmico das instalações oferecidas;
- Avaliar os índices zootécnicos: produção de ovos, peso do ovo, peso da casca, peso do albúmen, peso da gema, peso dos componentes, gravidade específica do ovo e as percentagens dos mesmos.
- Avaliar as tecnologias de iluminação sob os aspectos de eficiência energética;
- Avaliar o consumo de energia elétrica em uma criação totalmente automatizada, no que se refere ao consumo das lâmpadas.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Fisiologia do estresse calórico nas aves

De acordo com CAMPOS (1986), fisiologicamente, o estresse pode ser definido como qualquer perturbação do equilíbrio homeostático do animal. Por outro lado, do ponto de vista zootécnico, o estresse significa alterações que provocam baixo rendimento da ave.

O calor pode ser produzido no organismo da ave devido ao processo de transformação de energia química dos alimentos e reservas corporais em calor de manutenção, atividade muscular e calor de produção. Desta forma, o organismo animal funciona como verdadeira fonte de calor, necessitando de um desnível térmico em relação ao meio externo para desenvolver sua atividade vital e atingir o seu potencial genético (COSTA, 1982).

As aves, sendo animais homeotermos, dispõem de um centro termorregulador, localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor, determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal (MACARI *et al.*, 1994). Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (BORGES *et al.*, 2003).

Segundo SOUZA *et al.*, (2002) em condições de estresse calórico, as aves podem aumentar a taxa respiratória em até dez vezes o seu ritmo normal, fazendo com que o nível de dióxido de carbono expirado seja muito elevado, provocando a alcalose respiratória e, como consequência, o equilíbrio ácido-básico é alterado. Com isso, a maioria das atividades do metabolismo intermediário fica comprometida e, enquanto não houver o retorno do equilíbrio homeostático, o desempenho é prejudicado.

4.1.1 Influência do ambiente quente sobre a Produção

De acordo com vários autores, a faixa de temperatura de conforto para as aves em condições de postura, ou seja, o conforto ambiental é atingido quando a temperatura ambiente está entre 13° e 27° C, umidade relativa do ar entre 50% e 80%, umidade da cama entre 20 e 30% (SAINBURY, 1971; CLARK, 1981; YOUSEF 1985).

Altas temperaturas, além de provocar uma redução no desempenho das aves, induzem uma hiper-ventilação dos pulmões durante a respiração, com perda excessiva de dióxido de carbono do sangue, fator importante na formação do carbonato de cálcio para a casca. Em temperaturas de 38° C, ao final de algum tempo, sobrevivem a morte. (BROOKS, 1971; SAINSBURY, 1971; HAMILTON, 1982; ZUMBADO, 1983; YOUSEF, 1985).

Segundo CAÍRES et al., (2008) em temperaturas elevadas, em se tratando de frangos de corte, a ave proporcionalmente, reduz a ida ao comedouro e, aumenta a ida ao bebedouro e o tempo de ócio. Assim, o animal passa grande parte do tempo deitado, sem se locomover. O que faz com que haja aumento de problemas de pernas e no aparecimento de calosidade de peito, aumentando assim a quantidade de condenações de carcaça no abatedouro. Além disto, com o maior consumo de água, mais água será eliminada o que eleva a umidade da cama.

Segundo AVILA et al., (2000) as reprodutoras e os frangos de corte modernos apresentam maior produção de ovos, pintos, carne e deposição de gordura. Essas características estão associadas à evolução genética que, ao mesmo tempo, os torna mais exigentes. Com isso, a nutrição e os fatores ambientais afetam diretamente a resposta produtiva. A temperatura ambiente de conforto para o máximo desempenho dessas aves fica em torno de 24°C, no entanto, raramente é conseguida nos aviários. Assim, as oscilações térmicas podem provocar estresse, prejudicando de várias formas o desempenho.

As aves que estão sob condição de estresse calórico consomem mais água que aquelas mantidas sob temperatura termoneutra (zona de conforto). O consumo de ração e água está estreitamente relacionado. Aves que não estão alimentando ou não tendo acesso ao alimento não ingerem água como aquelas que estão alimentando. A relação entre consumo de ração e água é aproximadamente de 88,8 g de água para cada 45,3 g de ração. Isso significa que para cada 45,3 g de ração ingerida, 81,5 g de água deverão ser ingeridas. O consumo de água se eleva com o aumento da taxa de crescimento. A ingestão de água é significativamente

reduzida durante o período de escuro. Portanto, não é comum observar atividade de ingestão de água após desligar a iluminação (FAIRCHILD e CZARICK, 2007).

4.1.2 Influência do ambiente térmico sobre as fêmeas

A fêmea reage ao estresse com aumento da temperatura corporal, aumento da taxa respiratória, diminuição no consumo alimentar e manifestação da letargia, na proporção da severidade do ambiente térmico imposto. Em adição, as penalidades na performance reprodutiva ocorrerá também proporcionalmente a esta severidade, associada com o tempo de exposição da ave às condições estressantes e ao número de vezes em que já passou por esta situação (ROLLER e STOMBAUGH, 1974).

De acordo com MOLINA (1992), as linhagens de matrizes de corte, são menos tolerantes ao calor do que as linhagens de postura, existindo uma correlação negativa com o peso corporal. Devido a esta correlação negativa, as matrizes pesadas são mais afetadas pelas temperaturas altas.

4.1.3 O bem-estar e o desempenho do animal

De acordo com ALVES et al, (2007) o bem-estar é um dos assuntos mais discutidos atualmente na produção animal. É crescente a convicção dos consumidores de que os animais utilizados para produção de alimentos devem ser bem tratados. As campanhas movidas por diferentes segmentos e a pressão de um número crescente de organizações não-governamentais sensibilizaram a opinião pública em muitos países (principalmente os desenvolvidos) para esse aspecto, o que originou progressos legislativos consideráveis.

Condições fracas de bem-estar podem levar a mudanças fisiológicas, comportamentais e nas condições de saúde do animal, causando alterações no desempenho dos animais por diversas razões.

SAMPAIO (2004) afirma que o ambiente do sistema de criação confinado possui uma influência direta na quantidade de calor trocado pelo animal. A ave é um animal homeotérmico, o que significa que ela consegue manter a sua temperatura corporal

relativamente constante em uma ampla faixa de temperatura ambiente. Para isso, precisam manter um balanço térmico adequado entre o calor produzido e o calor que elas perdem ou ganham do ambiente em que vivem. Conclui-se que, se o seu balanço térmico for afetado, isso refletirá diretamente e principalmente no seu desempenho produtivo e reprodutivo.

Segundo SOUSA (2002), abaixo da zona de termoneutralidade, o animal aumenta a produção de calor para manter sua homeotermia. No entanto, o grau de tolerância dos animais é determinado pela máxima produção de calor.

4.1.4 Ambiente

O ambiente a que são submetidas às aves constitui um dos principais responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Nesse contexto, os fatores térmicos (radiação solar térmica, temperatura, umidade e movimentação do ar) comprometem a função vital mais importante dos animais: a homeotermia (TINÔCO, 1996).

O meio ambiente inclui todas as influências e condições externas que afetam a ave, por meio dos fatores do ambiente, os térmicos afetam de forma direta a matriz, comprometendo a manutenção de sua homeotermia. Se estas condições estão mais próximas das ideais, a probabilidade de se obter alta produtividade é grande.

De acordo com MILLIGAN e WINN (1964), REECE et al. (1986), STROM e FUENSTRA (1980), CLARK (1981), ISA BABCOCK (1982), REECE e LOTT (1982), CURTIS (1983), ESMAY e DIXON (1986), TIMMONS e GATES (1988), ZULOVICH E DESHAZER (1990), a zona de termoneutralidade para aves adultas, tanto para frangos, como para galinhas de postura, está em torno de 15° a 25° C.

As aves trocam calor com o ambiente através dos processos de: convecção, condução, radiação e evaporação. Os processos são influenciados pela temperatura, umidade e velocidade do ar e temperatura da vizinhança. Geralmente o transporte de calor no núcleo central até a periferia ocorre por condução; no processo de radiação, a troca de calor depende da natureza das superfícies consideradas, visto que o animal dissipa calor para objetos mais frios que ele. No processo da convecção, este transporte ocorre na substituição de moléculas quentes por outras frias (influenciadas pela movimentação do ar e extensão da superfície

considerada entre outros). Na evaporação, esta dissipação de calor se dar no processo de transformação da água do estado líquido para vapor, isto é, envolve mudança de estado físico. Portanto, os mecanismos de dissipação de calor são influenciados pelos fatores intrínsecos ao próprio animal, ou seja, área da superfície corporal, cobertura pilosa, cor, vaporização da pele e pulmão, condutividade térmica através de tecidos e fluxos de sangue periféricos e troca térmica através da água bebida ou excretada, entre outros.

Segundo DONALD (1998), as aves apresentam uma melhor produção quando estão em ambientes com umidade relativa entre 50% e 60%. Em ambientes com 26,7° C e umidade relativa de 60%, as aves completamente emplumadas estão próximas ao limite superior de sua zona de conforto, significa que não estão estressadas pelo calor. No entanto, a mesma temperatura e umidade superior a 80% ficam desconfortáveis prejudicando o desempenho das aves.

De acordo com FREEMAN (1968), pesquisando aves adultas criadas a temperaturas de 20° C, ocorreu perda evaporativa de 25% do calor total dissipado quando foram submetidas a 40% e 87% de umidade relativa. Para temperatura de 24° C, verificou perda evaporativa de 50% e 22% do calor total dissipado, quando as aves foram submetidas a 40% e 84% de umidade relativa, quando criadas a 34° C, verificou-se perdas evaporativas de 80 e 39% do total dissipado, com umidade de 40 e 90%. O autor mostra a importante relação entre temperatura e umidade nas trocas de calor realizado pelas aves.

Quando o ambiente térmico está acima da zona termoneutra, ocorre redução na atividade física, ocorrendo diminuição da produção interna de calor das aves. O sangue vai para a superfície corporal principalmente nas cristas e barbelas, aumentando o seu tamanho. Portanto o calor metabólico migra à superfície do corpo e é liberado ao ambiente pelos processos de condução, convecção e de radiação. Para aumentar a liberação de calor para o ambiente externo as aves adotam um comportamento diferenciado, abrindo as suas asas e mantendo-as afastadas do corpo (MOURA, 2001).

No caso dos frangos, o metabolismo alimentar e o calor ambiente aumentam a produção de calor do animal e, especialmente em regimes tropicais, causam a redução no consumo de ração. Por outro lado, ao manter-se em equilíbrio com o ambiente circundante, diz-se que o animal se encontra confortável e apto à produtividade máxima (PENZ Jr., 1989 e

SILVA et al., 1990). A zona de conforto varia de acordo com a idade, para pintinhos de um a sete dias de idade, a zona confortável está entre 31° C e 33° C, já para animais no final do ciclo produtivo, entre 35 e 42 dias, a temperatura confortável varia de 21° C a 23° C. Estes dados são válidos para umidade relativa entre 65% e 70%. Nessas condições, os sistemas homeostáticos controladores atuam com o menor gasto de energia, o que se traduz em ganho de peso e conversão alimentar (MACARI, 1996).

4.2. Uso racional de energia elétrica na avicultura

A energia elétrica, utilizada nos galpões para alimentação, iluminação e, principalmente, manutenção do conforto térmico animal, tem extrema importância dentro de uma quantificação de custos, relativa aos equipamentos que estão sendo utilizados e a sua relação benefício/custo, no que diz respeito ao consumo de energia elétrica.

Adequar o sistema elétrico de uma empresa, buscando conservar e racionalizar significa contribuir para a melhoria e qualidade do uso de energia elétrica, com conseqüente redução dos custos operacionais e tarifários, mantendo, igualmente, o conforto e os benefícios que ela proporciona (SALES e TEIXEIRA, 2003).

O termostato é um instrumento interessante, sob o aspecto do uso racional de energia elétrica, que permite corrigir as deficiências de manejo da fonte de calor e mantém o ambiente sempre estável, com economia de energia de 30% a 50% em relação ao sistema sem sua utilização (BONETT et al., 1997).

TURCO et al. (1998) realizaram um trabalho objetivando estudar o consumo de energia elétrica, a relação velocidade do ar/consumo de energia elétrica e os custos operacionais de conjuntos motor-ventilador utilizados em instalações de frangos de corte no Brasil. Foram medidos, nas mesmas condições ambientais, o consumo de energia elétrica (kWh) e a velocidade do ar (m s^{-1}). Também, calcularam o custo operacional de treze diferentes conjuntos motor-ventilador. Os resultados desta avaliação demonstraram que o conjunto que apresentou melhor eficiência na relação velocidade média do ar/consumo de energia elétrica, consumiu em média 27,12% menos energia elétrica do que os outros conjuntos analisados, representando, relativamente, uma economia de até 48,9%.

FERREIRA e TURCO (2000) analisaram o consumo e custo de energia elétrica para uma instalação de frangos de corte, em dois ciclos de criação em estações do ano diferentes. Foram realizadas medidas do consumo energético de ventiladores, nebulizadores, iluminação e comedouros durante o manejo dos animais. Os resultados demonstraram que havia diferenças significativas no consumo de energia elétrica ativa dos equipamentos.

Em pleno inverno, na maior parte do Sudeste qualquer corte de uso de energia elétrica na fase inicial de criação de aves e suínos, que precisa de aquecimento, significa redução de plantel. Os dois segmentos vive uma fase de aumento das exportações, que tem exigido ampliação de alojamento de animais e, portanto, aumento nos gastos de energia (Confederação Nacional da Agricultura, 2001).

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

Também o setor de iluminação dos galpões é responsável por desperdícios: na produção de ovos férteis, o sistema de iluminação utilizado para produzir a iluminância normalmente empregada (40 lux) é composto por um elevado número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência. As lâmpadas incandescentes, usualmente empregadas, apresentam baixa taxa de conversão lm W^{-1} , ou seja, eficiência da ordem de 15 lm W^{-1} , além de pequena durabilidade (vida média de 1000 h), fato que aumenta os gastos com reposição. Um galpão de 100 x 12 m emprega 100 a 120 lâmpadas incandescentes de 100 W, chegando o sistema a permanecer em funcionamento durante 17 h diárias. (JORDAN, 2005).

O emprego da luz na avicultura está relacionado ao desenvolvimento da ave: a bibliografia sobre avicultura mostra que o componente decisivo do manejo adequado das aves é um programa de luz, já que a glândula pituitária da ave é estimulada pela radiação luminosa que penetra pelo sistema ocular, passando a produzir hormônios que farão com que os órgãos reprodutivos funcionem. Para se obter boa resposta de produção, não se deve permitir a sobreposição do hormônio de crescimento com a liberação dos hormônios sexuais, sendo as aves mantidas em ambiente escuro até a 21ª semana de vida (COSTA, 1980; EMBRAPA, 1997).

Desta maneira, um programa de luz corretamente dimensionado durante o crescimento das aves é uma forma eficaz para se atrasar a maturidade sexual, fazendo com que ocorra maior produção de ovos na fase inicial de postura e, também, que o lote tenha homogeneidade. O programa de luz está relacionado ao comportamento alimentar, já que as aves ingerem a maior parte do seu alimento diário em dois períodos: próximo à oviposição e ao final da tarde. Em geral, as poedeiras começam a pôr uma hora depois do início do período de luz da manhã (luz natural ou artificial). No verão tropical, as temperaturas atingem, muitas vezes, os 30 °C antes de passadas 5 h após a alvorada, sendo vantajoso repartir o período de luz artificial e acender as lâmpadas 2 a 4 h antes do nascer do sol e assegurar que as aves tenham alimento à disposição.

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

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

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

A necessidade de modificações nos sistemas de iluminação de aviários, normalmente equipados com grande número de lâmpadas incandescentes, já vem sendo salientada há algum tempo (CEMIG, 1996) e, também, indicada para tema de projeto de eficiência energética (ANEEL, 1999).

Apesar de todo empenho dos produtores em elevar o grau de tecnificação do setor, adotando as melhores técnicas, o que se observa é que estes vêm ao longo dos anos obtendo sucessivos prejuízos com a atividade. Assim, fazem-se necessários estudos sobre a evolução do progresso tecnológico do setor, sobre a rentabilidade da atividade, tendo o produtor que internalizar esses custos (TELES, 2001).

Os maiores responsáveis pelos dos gastos com energia elétrica de uma propriedade são os motores elétricos. Uma alternativa é substituí-los, na medida do possível, pelos chamados motores de alto rendimento. Sua utilização pode significar economia de até 30% no consumo de energia elétrica. No entanto, esse tipo de equipamento só deve ser usado em aplicações nas quais o número de horas anuais de uso seja longo. Isso para que se possa amortizar o investimento em um período menor, já que eles têm preço mais elevado que o de motores convencionais. Deve-se procurar fazê-los funcionarem sempre próximos da plena carga, adequando a potência do modelo à do equipamento com o qual ele será utilizado (ENERGIA, 2001).

Uma alternativa são os variadores de velocidade, que podem ser acoplados aos motores comuns para alternar sua velocidade e com isso reduzir o consumo de energia elétrica, proporcionando sensível diminuição dos gastos. O uso de lâmpadas econômicas também pode reduzir o consumo (ENERGIA, 2001).

A produção do setor avícola tem se tecnificado nos últimos anos com o objetivo de aumentar a produtividade, estando um passo a frente da suinocultura. Nesse sentido, a automação e a adoção de novos equipamentos têm contribuído para a atividade com altos índices de produção (ABREU e ABREU, 2001).

Automação é o processo através do qual são implantados sistemas para garantir maior rendimento e produtividade, com qualidade, a custos compatíveis com o mercado. Nos últimos anos, os sistemas de controle automático têm adquirido grande importância em todos os campos da avicultura. As aplicações dos sistemas de controle cobrem um amplo domínio e continuamente aparecem novas aplicações para o controle automático. (ABREU, 2001).

4.3. Influência do ambiente sobre a qualidade dos ovos

O ovo é considerado um alimento dos mais completos, por fornecer elementos essenciais à saúde, tais como proteína, vitaminas e minerais (MURAKAMI et al., 1994). Ele é adequado para dietas de baixo consumo energético, pois o conteúdo de gorduras não passa de 10%. A maioria dessas gorduras é insaturada, o que auxilia na proteção do organismo contra a arteriosclerose. Apesar de suas qualidades, ainda é visto como um grande vilão, pelos níveis de colesterol em torno de 210 mg (MacNAMARA, 2000).

Existem cinco métodos para estimar a qualidade de ovos abertos, com bases quantitativas, relacionadas ao albúmen: altura da clara (WILGUS e VAN WAGENEN, 1936), índice do albúmen (HEIMAN e CARVER, 1936), índice da área do albúmen (PARSONS e MINK, 1937), percentagem da clara espessa e fina (HOLTS e ALMIQUIST, 1932), e a unidade “Haugh” (HAUGH, 1937).

Embora seja objeto de extensivos estudos, as elevadas taxas de ovos quebrados ou trincados, ocorridos durante a coleta, classificação, embalagem e transporte, continuam sendo grande problema para a exploração avícola, reduzindo significadamente as margens de lucro (ZUMBADO, 1983).

Alguns fatores estão associados à produção de ovos de casca fina e, conseqüentemente, a maior quebra dos mesmos; entre outros citam-se a idade das galinhas (BROOKS, 1971), temperatura e umidade dentro das instalações (MUELLER, 1964). Dentre os fatores ambientais que levam a produção de ovos com casca fina, a temperatura ambiente e, sem dúvida, o mais importante.

A avaliação da qualidade da casca tem sido feita por vários processos, diretos e indiretos, destacando-se neste último, o método do peso específico, pela simplicidade facilidade e rapidez, baixo custo, sem perdas de ovos, e é o método indireto mais usado (HAMILTON, 1982).

Em termos gerais, o peso específico proporciona uma idéia da qualidade da casca, baseado no fato de que este está correlacionado com a porcentagem de casca e, portanto, seu peso. Quanto maior o valor do peso específico dos ovos, melhor será a qualidade da casca e menor a percentagem provável de ovos quebrados (HAMILTON, 1982, ZUMBADO 1983).

A qualidade da casca tem grande importância na qualidade do ovo, sendo um dos fatores que mais tem preocupado os produtores, principalmente quando se explora a produção de ovos por mais um ciclo de postura. A espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre eles temos: a hereditariedade, já que algumas famílias ou linhagens de aves produzem ovos com casca mais grossa do que outras.

Estas diferenças entre as aves, com relação à qualidade da casca, são definidas pela capacidade das aves de utilizar o cálcio. Outro fator é o clima, pois altas temperaturas reduzem a espessura da casca, já que os níveis de cálcio ou bicarbonato de sódio do sangue são reduzidos, como resultado dos movimentos respiratórios mais acelerados, tendo em vista que a poedeira procura controlar a temperatura de seu corpo. Simultaneamente, o ambiente de temperatura elevada provoca uma diminuição no consumo de alimentos, que por sua vez determina uma diminuição no consumo de cálcio, fósforo e vitamina D₃ (JÁCOME et al., 2007).

A idade afeta a espessura da casca, geralmente ao final do primeiro ano de postura, sendo que as cascas mais finas aparecem depois de 10-12 meses de postura. O nível nutricional também interfere, pois o ovo é formado principalmente de carbonato de cálcio e uma deficiência deste elemento pode resultar em ovos de casca mole ou casca fina, como também a redução de magnésio e fósforo provoca a mesma situação (TINOCO, 1983; EL BOUSHY e RATERINK, 1985).

ROLAND (1984), citado por OLIVEIRA et al. (1997) constatou que, durante a noite, as poedeiras tornam-se deficientes em cálcio, período este em que a formação da casca é mais intensa; contudo, este problema soluciona-se com o fornecimento ao entardecer de dietas contendo calcário de partículas grandes, prolongando assim, sua permanência no trato digestivo durante toda à noite.

BRITTON (1976) relacionou o declínio na qualidade interna e externa do ovo ao avanço da idade das aves e relatou significativo aumento do peso do ovo das aves em final de postura. Conforme COTTA (1997), as poedeiras em início de postura produzem ovos pequenos, variando de 35 a 45 gramas. O peso do ovo aumentará com a idade da poedeira. O peso do primeiro ovo é dependente da idade em que a poedeira alcança a maturidade sexual. Além dos fatores associados à ave (genética, idade e precocidade sexual), a nutrição e o ambiente também influenciarão no peso do ovo (LARBIER e LECLERCQ, 1992).

O peso do ovo incorpora três componentes: a gema, o albume e a casca. A proporção entre gema e albume é determinada em sua maior parte pela linhagem e idade da poedeira (AKBAR et al., 1983).

4.3.1 Gravidade específica

Segundo AVILA et al. (2001) é de fundamental importância a qualidade do ovo fértil produzido para incubação, sendo que vários são os fatores a serem considerados. Entre eles estão o peso do ovo e a qualidade da casca que pode ser obtida através da gravidade específica ou densidade específica (relação peso/volume do ovo). Considera-se que a maior gravidade específica resulta em melhor qualidade de casca e, conseqüentemente, em ovos mais apropriados para incubação. No entanto, é de conhecimento as relações existentes entre peso corporal e peso do ovo e entre peso corporal e produção de ovos. Salienta-se, também, a importância da relação entre o peso do ovo e a gravidade específica, onde o peso do ovo aumenta e a gravidade específica diminui com a idade das reprodutoras.

Segundo ROSA e AVILA (2000) a gravidade específica é uma medida de cunho físico que avalia a densidade do ovo, à qual se relaciona basicamente com a espessura da casca, sendo responsável por variações nos resultados de incubação. Aves com idade intermediária entre 35 a 55 semanas produzem ovos com maior GE (1075 a 1090), que estão relacionados a maiores índices de eclosão. Aves velhas, com idade superior a 56 semanas, produzem uma proporção maior de ovos com cascas de qualidade inferior, relacionada à menor GE (< 1074), conferindo piores índices de eclosão. Contudo, não só a idade, mas o estresse calórico, a deficiência de cálcio e vitamina D3 e a relação inadequada entre cálcio e fósforo são os fatores que interferem para a diminuição da GE, além das doenças virais (CRD) que afetam o trato respiratório das aves.

CARVALHO et al. (2007) verificaram a influência da linhagem e da idade de poedeiras comerciais sobre a qualidade interna e da casca do ovo recém-posto. A gravidade específica neste trabalho foi realizada logo após a pesagem dos ovos por imersão em baldes com diferentes soluções salinas (NaCl), em densidades que variaram de 1,065 a 1,095 e intervalos de 0,005, calibrados com densímetro da marca Incotern. Os resultados mostraram que os ovos das poedeiras jovens foram superiores para percentagem de albumen, altura de

albumen, gravidade específica e unidade Haugh, e inferiores para o peso do ovo e percentagem de gema ($P < 0,05$).

LIMA e SILVA (2007) avaliaram o efeito da relação arginina:lisina (Arg:Lys) digestível sobre o desempenho de poedeiras leves e semi-pesadas. A gravidade específica foi avaliada pelo método da flutuação dos ovos em quinze soluções salina, variando a densidade em 0,0025 unidades, iniciando por 1,0625 até 1,100. Foi utilizado quinze baldes com capacidade de 50 litros, um densímetro de petróleo com escala de 1,050 a 1,100, uma cesta de plástico (balde vasado), água e sal comum. Os níveis de arginina e de lisina digestível estudados, não afetaram as características avaliadas. No entanto, avaliada isoladamente, as linhagens foram diferentes quanto ao consumo de ração, conversão por massa e gravidade específica dos ovos, porém foram semelhantes na produção, peso e massa de ovos produzidos.

4.4. Índices do Ambiente Térmico

Todas as espécies de aves podem experimentar estresse por calor na combinação de UR e altas temperaturas, fora da zona de conforto. A variação dos fatores climáticos como temperatura ambiente e UR, pode resultar em ondas de calor, que são tidas como um período de tempo com temperaturas desconfortáveis durante pelo menos quatro dias acima de 32°C, podendo durar vários dias ou semanas (INMET, 2008).

Vários índices do ambiente térmico têm sido estabelecidos com a finalidade de expressar o conforto ou desconforto em relação às condições ambientais. Os fatores ambientais mais usados são a Temperatura do ar, o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade, a Carga Térmica de Radiação e a Umidade Relativa do Ar (TINÔCO, 2001).

TRINDADE et al. (2007) analisaram os índices ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de temperatura do globo negro e umidade, carga térmica de radiação e velocidade do ar), produtivos e parâmetros geométricos e a unidade Haugh do ovo em função da idade das aves alojadas. O registro dos índices ambientais foi coletado a cada duas horas, no intervalo das 8h00min às 16h00min, sendo realizadas as seguintes medições: velocidade do ar, temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (Vv), utilizando de um termo-higro-anemômetro (LM - 8000 Lutron), com precisão de duas

casas decimais, coletados em três pontos dos aviários, no início, meio e fim, sendo feita uma média destes dados. O sensor estava colocado no centro de massa das aves de cada galpão pesquisado. Quanto ao ambiente no interior dos aviários, não houve diferença significativa na média dos índices ambientais, que ficaram dentro da zona de conforto.

4.4.1 Temperatura ambiente e umidade relativa do ar

Segundo OLIVEIRA et al. (2007) somente há alguns anos, a indústria avícola passou a buscar nas instalações e na ambiência, a possibilidade de melhoria no desempenho avícola como forma de manter a competitividade. Assim, os fatores ambientais passaram a ser considerados por serem importantes no processo de criação dos animais. Entre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados, principalmente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam mais diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor.

A temperatura ambiente é um fator determinante do desempenho das aves. O conforto térmico propicia melhores condições para que o animal expresse seu potencial produtivo, juntamente com outros fatores como genética e nutrição.

FARIA et al. (2001) observaram que o desempenho de poedeiras piorou quando submetidas a estresse calórico constante, com exceção para a conversão alimentar. Isto pode estar ligado à queda no consumo de ração como uma tentativa da ave em evitar o aumento da produção de calor corporal devido ao incremento calórico. Os componentes dos ovos mostraram melhores resultados com o estresse calórico cíclico, para percentagem de albúmen e estresse calórico constante, para percentagem de gema. A qualidade de casca apresentou-se melhor quando ocorreu a temperatura termoneutra e o estresse calórico cíclico. A diminuição da ingestão de alimento promove indiretamente redução na quantidade de cálcio ionizável no sangue prejudicando a produção de íons carbonato na mucosa uterina, piorando a qualidade da casca. O importante é ressaltar que a menor ingestão de nutrientes, em situações de estresse calórico, resulta em prejuízo tanto da produção, como do peso dos ovos.

TADTIYANANT et al. (1991) submeteram poedeiras a temperaturas de 21,1 vs 29,4°C (Experimento 1) e 21,1 vs 33,3°C (Experimento 2) e observaram decréscimo na

quantidade de albúmen e peso da casca nos ambientes de alta temperatura, em ambos os experimentos. O peso da gema diminuiu somente para temperatura de 33,3°C, sendo esta variável mais tolerante ao estresse calórico moderado (29,4°C) em relação ao albúmen e a casca.

ALVES et al. (2007) avaliaram os efeitos de dois sistemas de criação (gaiolas e cama) no desempenho produtivo e na qualidade de ovos de aves poedeiras. Para avaliação térmica foram monitoradas a temperatura e a umidade relativa do ar no interior do aviário durante todo o período experimental. No primeiro e segundo períodos experimentais, houve tendência de temperatura média mais elevada e com menor amplitude térmica. Por outro lado, no 3º, 4º e 5º períodos experimentais, foram encontrados menores valores de temperatura média, porém, com ocorrência de maior amplitude térmica, com variações de até 17°C entre a temperatura mínima e a máxima no 4º e 5º períodos. Apesar de os valores de temperatura média observados durante o experimento estarem dentro dos limites críticos estabelecidos na literatura e nos manuais dessas linhagens, os valores de temperatura máxima ultrapassaram os limites críticos superiores em praticamente todos os dias dos períodos analisados.

Sabe-se que a umidade relativa (UR) afeta a sensação térmica dos animais, uma vez que o calor pode ser mais tolerável com uma UR baixa e não quando esta se encontra elevada. Neste caso, há uma redução considerável de evaporação da umidade respirada, diminuindo o resfriamento do corpo. Ao contrário, com UR elevada em um microclima frio, pode-se chegar até a condensação da UR sobre paredes e demais componentes da instalação, com a consequente perda de calor no aviário e surgimento de doenças (CAVALCHINI, 1985).

4.4.2 Índice de temperatura e umidade (ITU)

É importante lembrar que o ambiente térmico envolve a interação de um complexo de fatores que interagem para determinar a magnitude dos processos de troca de calor entre o animal e o ambiente. O efeito que a temperatura exerce sobre os animais pode ser modificado por umidade relativa, vento, precipitação, radiação térmica e superfícies de contato (FERREIRA, 2000).

Dentre os diversos índices bioclimáticos, os mais utilizados são: Carga Térmica Radiante (CTR), Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) (FERREIRA, 2000).

Segundo MEDEIROS et al. (2005), desses índices, o mais empregado até a década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal, foi o ITU, na década de 90, o ITGU; sabe-se, porém, que a intensidade de participação de cada variável térmica ambiental na composição do índice é diferente para cada espécie animal, em razão de diferenças fisiológicas correspondentes.

O ITU e o ITGU podem ser usados para prever a qualidade de um ambiente térmico para a ave, entretanto com baixa sensibilidade, uma vez que no seu desenvolvimento não se levou em conta a resposta animal.

NÄÄS (1989) propôs a seguinte classificação para os índices de conforto térmico:

- Índices biofísicos: baseiam-se nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos de conforto com as trocas de calor que os originam;
- Índices fisiológicos: baseiam-se nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura ambiente, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar;
- Índices subjetivos: baseiam-se nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em que os elementos de conforto variam.

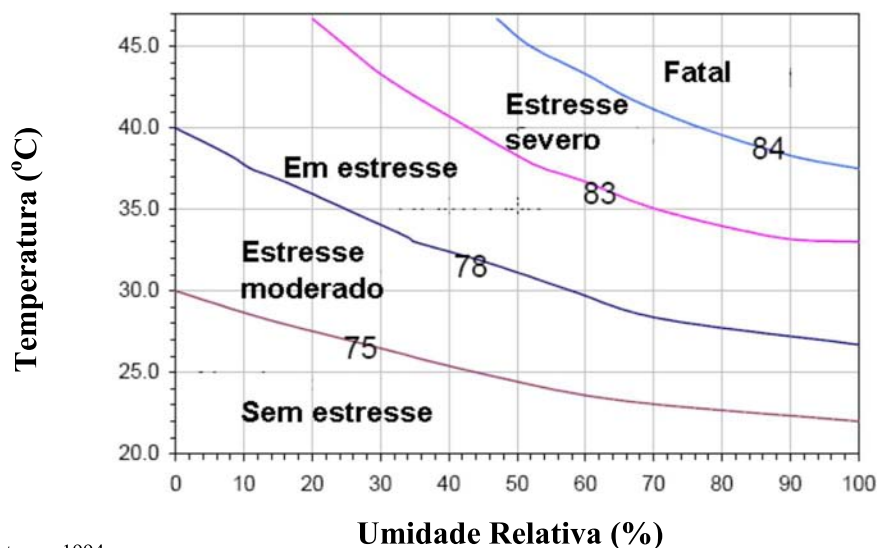
SILVA (2007) determinou o Índice de temperatura e umidade (ITU) para a produção de aves na mesorregião Noroeste e Norte Pioneiro do Paraná. Os valores da Temperatura Média do Ar Compensada, Umidade Relativa e ITU foram utilizados para comparar com as condições de conforto térmico para aves, em função da idade. Os resultados mostraram que as microrregiões analisadas não apresentaram condições para um ótimo desenvolvimento das aves, necessitando de investimentos em equipamentos que promovam a correção do microclima para estabelecer níveis ideais de conforto térmico para as aves. Segundo o autor a localização do galpão e o tipo de material de cobertura (telhas) são de fundamental importância, pois essas podem piorar as condições de desconforto das aves durante os meses mais quentes do ano.

Segundo CONCEIÇÃO et al. (2008), o tipo de material constituinte das telhas determinará a quantidade de radiação que passará para dentro da construção, contribuindo para a elevação da temperatura no seu interior; no caso dos aviários, a este calor se soma o calor latente e sensível produzido por cada ave aumentando ainda mais a carga térmica radiante e, consequentemente, a temperatura interna do ar.

Os limites para caracterização de situações de estresse e conforto divergem entre diversos autores. Para ROSEMBERGER et al. (1983) um ITU entre 79 e 84 classifica uma situação de perigo, principalmente para gado confinado. IGONO et al (1992) caracterizou o ITU acima de 78 como estressante. Essas variações entre os intervalos podem ser vistas também em Tabelas como em *Livestock Weather Safety Index* (LWSI) do *Livestock Conservation Institute/US* que classificou os valores de ITU em categorias de riscos para a maioria das espécies, conforme Tabela 4 e Figura 3.

Tabela 1 - Classificação dos valores do ITU para animais domésticos, descrita por *Livestock Weather Safety Index* (DU PREEZ et al., 1990).

Valor do ITU	Categoria LWSI
<70	Normal
71-78	Alerta
79-83	Perigo
>83	Emergência



Fonte: Armstrong, 1994

Figura 1. Relação entre umidade relativa e temperatura para estimar o ITU e interpretar os níveis de estresse a partir do valor calculado.

Apesar da variação entre as categorias, os valores apresentados na literatura demonstram que os valores acima de 80 causam danos à produção.

4.5. Iluminação Artificial

4.5.1. Percepção da luz

A luz é percebida pelas aves graças a fotorreceptores que transformam a energia contida nos fótons em sinais biológicos. No olho, a energia dos fótons é transformada pelos pigmentos fotossensíveis contidos nos cones e bastonetes e transmitida pelos neurônios até o cérebro, onde o sinal é integrado em uma imagem.

Segundo BONI e PAES (1999) a luz é percebida pelos fotorreceptores hipotalâmicos que convertem o sinal eletromagnético em uma mensagem hormonal através de seus efeitos nos neurônios hipotalâmicos que secretam o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH). O GnRH atua na hipófise produzindo as gonadotrofinas: hormônio luteinizante (LH), e hormônio folículo estimulante (FSH). O LH e o FSH ligam-se aos seus receptores na teça e células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e estrógenos pelos folículos pequenos e produção de progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores. Dias

curtos não estimulam a secreção adequada de gonadotrofinas porque não iluminam toda a fase fotossensível. Dias mais longos, entretanto, fazem a estimulação, e deste modo a produção de LH é iniciada. Este mecanismo neurohormonal controla as funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias.

Para finalidades de reprodução, entretanto, a percepção da luz não depende dos fotorreceptores do olho. Pesquisas têm demonstrado que, os fotorreceptores localizados no hipotálamo são os transformadores biológicos que convertem a energia dos fótons em impulsos neurais. Estes por sua vez, são captados pelo sistema endócrino que controla a atividade ovariana nas fêmeas, e por consequência, as funções reprodutivas, comportamentais e características sexuais secundárias (ETCHES, 1994).

Segundo JORDAN e TAVARES (2005) o excesso de iluminância prejudica a produção de frangos de corte acarretando, além dos problemas como comportamentos de agressividade, hiperatividade e canibalismo a deposição de gordura, maior incidência de problemas de pernas, doenças metabólicas e circulatórias.

Segundo SAUVEUR (1996), ao contrário do que se observa em mamíferos, a percepção da informação luminosa nas aves é mais importante pela via transcraniana do que pela via ocular. Nesse estudo, foi comprovado que o escurecimento do crânio de pardal com tinta preta, bloqueia a resposta sexual, enquanto que a privação do globo ocular não apresentou o mesmo efeito.

Entretanto, sabem-se as diferenças fisiológicas e respostas entre as diferentes espécies de aves, tornando evidente a necessidade de estudos com aves de postura comercial, uma vez que esses resultados podem camuflar características sexuais ainda desconsideradas pelos produtores.

4.5.1.1 Ritmo circadiano

O ritmo circadiano, também chamado de biorritmo, representa o controle fisiológico das atividades metabólicas do indivíduo por meio da luz. Nas condições de iluminação natural, o organismo apresenta modificações fisiológicas durante o período de 24 horas do dia (FREITAS, 2003).

Conforme SESTI e ITO (2000) as aves não são na realidade estimuladas constantemente durante toda a duração do fotoperíodo, mas, sim, durante apenas dois momentos muito importantes deste período. Inicialmente, as aves são sensibilizadas no momento de acendimento das luzes e novamente entre 11 e 15 horas após. É o que se chama de fase fotossensitiva e vai determinar se a ave irá perceber o dia como longo ou curto, sabendo-se que em dias curtos as aves não são estimuladas, enquanto um dia longo irá iniciar e manter um fluxo hormonal que controla a ovulação.

Baseando-se na necessidade de período luminoso para estimulação reprodutiva tem se tornado cada vez mais evidente a importância dos estudos com regulação luminosa artificial tanto para retardar como para ativar a atividade das gônadas, como nas granjas produtoras de matrizes pesadas mantidas no sistema de “dark house” e as poedeiras comerciais mantidas com iluminação constante, respectivamente.

4.6. Programas de Iluminação para Aves

4.6.1. Luz

É uma modalidade da energia radiante que um observador verifica pela sensação visual de claridade determinada no estímulo da retina, sob a ação da radiação, no processo de percepção sensorial visual. A faixa de radiações das ondas eletromagnéticas detectadas pelo olho humano se situa entre 380 e 780 nanômetros (nm), correspondendo o menor valor ao limite dos raios ultravioleta, e o maior, ao dos raios infravermelhos (NISKIER e MACINTYRE, 2000). Segundo ETCHES (1994), as aves, dentre elas as poedeiras, conseguem visualizar comprimentos de onda ultravioleta, ou seja, menos de 400 nm, mas acima de 320 nm.

No caso específico da aves, elas distinguem um dia curto de um dia longo, por isso ocorre sempre o fenômeno da migração. Principalmente nos países onde o inverno é rigoroso, as aves migram para regiões onde a luminosidade é maior, permitindo a reprodução. Reatando-se da galinha, principalmente a nativa, o fenômeno ocorre de maneira um pouco diferente: com o aumento do período de luminosidade a partir do mês de julho, começa a maturidade sexual das fêmeas, a produção de ovos e finalmente o período de reprodução em

que ocorria o choco e a fêmea começava a chocar os ovos; com o aparecimento do choco, parava a produção de ovos, que perdurava durante os períodos de incubação, nascimento e criação dos pintos, praticamente até o início do aumento do período de luminosidade.

4.6.2. Fluxo Luminoso

É a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz e capaz de produzir uma sensação de luminosidade através do estímulo da retina ocular. Em outras palavras, é a potência da energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano. A unidade é o *lúmen* (lm). As lâmpadas, conforme seu tipo e potência apresentam fluxos luminosos com diversas eficiências (eficiência equivale a razão do fluxo luminoso emitido sobre a potência consumida pela fonte. Unidade: lúmen - $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$) (NISKIER e MACINTYRE, 2000).

4.6.3. Intensidade Luminosa

Uma fonte luminosa em geral não emite igual potência luminosa em todas as direções. A potência da radiação luminosa em uma determinada direção denomina-se intensidade luminosa (NISKIER e MACINTYRE, 2000). A unidade é a candela (cd).

4.6.4. Nível de Iluminamento ou Iluminância

É o fluxo luminoso incidente em uma superfície plana por unidade de área iluminada.

Definido também (em um ponto de uma superfície) como “a densidade superficial de fluxo luminoso recebido”. A unidade brasileira de iluminamento é o lux (MOREIRA, 1982). Esta grandeza também é chamada de *iluminância*, que é a iluminância de uma superfície plana, de área igual a 1 m^2 , que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a um lúmen, uniformemente distribuído. O Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade) utiliza o termo de *iluminamento* para denominar esta grandeza (NISKIER e MACINTYRE, 2000).

4.6.5. Cor da Luz

A temperatura do corpo luminoso da lâmpada caracteriza não apenas o fluxo luminoso que emite, mas também a cor da luz. O filamento de tungstênio aquecido até 2.000° K (Kelvin) fornece uma luz branco-avermelhada. A 3400° K é quase perfeitamente branca (NISKIER e MACINTYRE, 2000).

4.6.6. Programas de iluminação artificial

Os programas de iluminação utilizados na criação de aves de postura são classificados de acordo com o fotoperíodo, em hemerais e ahemerais. A palavra “hemera” vem do grego e significa dia. Os programas hemerais, compostos de períodos de 24 horas, são distribuídos em fase clara (fotoperíodo ou fotofase) e fase escura (escotoperíodo ou escotofase). Em instalações abertas, em que é aproveitada a luz solar, utiliza-se somente programas hemerais (CAMPOS, 2000).

Os programas hemerais podem ser classificados em contínuos e intermitentes. Nos programas contínuos, a iluminação artificial é acrescida à natural para formar um fotoperíodo longo contínuo, enquanto nos intermitentes há uma combinação alternada de períodos de luz (fotofases) com escuros (escotofases). Quando programas intermitentes possuem horas de fotofases e escotofases semelhantes, diz-se que o programa é simétrico.

Quando os tempos das fotofases e escotofases diferem, os programas são chamados de assimétricos. Programas hemerais assimétricos têm sido utilizados na produção de ovos visando economia de energia elétrica (ROWLAND, 1985).

Ciclos ahemerais são utilizados para melhorar a qualidade da casca e aumentar o tamanho do ovo sem diminuir a postura. São usados em instalações com ambiente controlado, principalmente na Europa e Estados Unidos (ERNST et al., 1987). Os programas ahemerais possuem fotofases e escotofases e são superiores ou inferiores (mas não iguais) a 24 h. Podem ser planejados de forma contínua ou intermitente (ETCHES, 1996).

Há programas intermitentes que possuem denominações específicas: programa Cornell e o programa biomitente. O programa Cornell estabelece o fornecimento de 2 horas de luz (2L), 4 horas de escuro (4E), 8 horas de luz (8L) e 10 horas de escuro (10E) o que pode ser

descrito como 2L:4E:8L:10E. Este regime foi desenvolvido por TIENHOVEN E OSTRANDER (1976) na Universidade de Cornell, sendo que a ave interpreta como 14L:10E, ignorando portanto as 4 h de escuridão e mantendo uma noite principal de 10 h. Este programa foi criado para que o avicultor pudesse exercer suas 8 h de atividade durante o fotoperíodo natural.

O programa intermitente biomitente consiste no fracionamento horário de ciclos alternados de luz/escuro (25%L:75%E/h). Segundo MORRIS e BUTLER (1995) este programa foi desenvolvido visando aumentar o tamanho do ovo e melhorar a qualidade da casca. Programa biomitente de apenas 15 min de luz em cada hora, no período estimulatório, pode ser considerado interessante devido à redução na iluminação em 75% e melhora da eficiência alimentar em 5 a 7%.

No entanto, trabalhos com este programa apresentaram redução no tamanho dos ovos em 0,5 a 1% (ROWLAND, 1985). Para MORRIS et al., (1988) o programa Cornell reduz o consumo de energia elétrica, diminui o consumo de alimento e leva a uma maior produção de ovos. Já o programa biomitente resulta em redução no consumo de ração, porém o tamanho e o peso dos ovos são diminuídos, se for iniciado antes de 22 semanas em galinhas (MORRIS et al., 1990).

Com relação à intensidade luminosa, se ela for insuficiente, a produção de ovos diminui (OSTRANDER e TURNER, 1962). Deve-se utilizar um luxímetro para aferir a correta luminosidade em galpões de poedeiras.

A intensidade mínima necessária para a máxima produção de ovos em poedeiras é 5,38 lux em galpões fechados (SKOUGLUND et al., 1975). Segundo COTTA (2002) para maximizar a produção, são necessários 10 lux na altura das gaiolas ou altura da cabeça das aves em galpões abertos. Esta recomendação foi feita também por IESNA (2001) o qual realizou uma pesquisa em que a duração ótima da luz diária era de 14 h e que valores acima de 17 h diárias poderiam prejudicar a produção de ovos.

Como o sistema visual da ave responde a radiações luminosas na faixa do espectro visível entre 664 e 740 nm, as lâmpadas empregadas nos aviários devem emitir nessa faixa. Os dados (IESNA, 2001) também indicam que uma iluminância mínima de 10 lux é recomendada para a produção de ovos. Iluminâncias superiores a 10 lux não levam a qualquer benefício

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

4.6.7 Aplicação dos programas de luz

Ao adotar um programa de luz, deve-se considerar que as fêmeas respondem a luz (amadurecimento folicular) 21 dias após o início do estímulo luminoso (BONI e PAES, 1999).

Tanto o fotoperíodo quanto a intensidade de luz podem produzir efeitos na produção de ovos. A aplicação da luz é totalmente integrada às práticas modernas de criação e seus efeitos são muito evidentes. O que falta se tornar evidente é o espectro luminoso que cada tipo de lâmpada oferece as aves, uma vez que ETCHES (1996) afirmou que não importa o tipo de lâmpada utilizada (fluorescente, incandescente, vapor de sódio, etc.), porém sabe-se que cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente e que as aves são responsivas a espectros próximos ao amarelo e nem todos os tipos de lâmpadas oferecem esse espectro visível.

A modificação artificial do fotoperíodo é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para as aves reprodutoras. O início da fase de postura pode ser adiantado ou atrasado, o horário da ovoposição pode ser sincronizado, a taxa de postura pode ser influenciada, a qualidade da casca, a eficiência alimentar e o tamanho do ovo podem ser afetados pelo regime luminoso (ETCHES, 1994). Dias curtos não estimulam o aparelho reprodutor. Ao contrário, fotoperíodos longos estimulam a função sexual de poedeiras e aumentam a produção de ovos. Considera-se um dia longo aquele com período luminoso maior que 12 h (ETCHES, 1996). Entretanto, a necessidade de horas diárias de intensidade luminosa é assunto ainda controverso, pois alguns autores não entraram em consenso quanto a quantidade ideal de horas/luz para aves em fase de postura.

Várias hipóteses tentam explicar a relação do ciclo de reprodução das aves com o fotoperíodo. Segundo SAUVEUR (1996) muitas delas não podem ser aceitas atualmente. Entretanto, ROWLAND (1985) destacou que há duas teorias que podem representar esta relação nas aves comerciais. A primeira, denominada de fotoindutiva, supõe a existência de um ritmo endógeno (relógio biológico) em que um ciclo tem duração em torno de um dia, denominado de ritmo circadiano. A variação natural do fotoperíodo diário age como um fator de condicionamento desse relógio, exercendo um papel sincronizador.

A segunda, denominada de teoria fotossensitiva, admite a existência de um modelo de coincidência externa. Ciclos de luz e escuridão treinam o período de produção endógena. Ela tenta demonstrar que a sensibilidade não é constante durante o dia, estando no seu máximo no período de 10 a 15 horas após a aurora. Assim, apenas dias longos podem ser fotoestimulantes (SAUVEUR, 1996).

Para MALPAUX et al., (1996) na segunda hipótese é possível intercalar períodos de escuro durante a fase iluminada. Os períodos de escuro serão ignorados pelo animal. Estas hipóteses não são mutuamente excludentes. O modelo de coincidência externa oferece mais explicações porque tem a seu favor um maior número de provas experimentais (ROWLAND, 1985). Entretanto, ambas as teorias não fazem restrição quanto ao uso da iluminação intermitente na estimulação do aparelho reprodutor.

Um dos fenômenos mais interessantes da fisiologia das aves em reprodução está no fato de que elas não precisam estar submetidas a fotoperíodos longos contínuos. Para estimular a produção de ovos, pode se usar programas de iluminação intermitentes (ciclos de luz e escuro). Este manejo luminoso está baseado no conceito da noção de dia subjetivo. A aplicação deste conceito no manejo de poedeiras diminui o período de iluminação artificial, sem perda de desempenho.

Desta forma, a expressão dia subjetivo designa o período durante o qual a ave permanece acordada, fisiologicamente ativa, mesmo estando na obscuridade. Este conceito possibilita intercalar momentos escuros nos períodos em que se utiliza a luz artificial para estimular as poedeiras.

Programas intermitentes estão embasados na noção do dia subjetivo*. Esta teoria supõe que uma ave adulta em produção, já anteriormente treinada em um fotoperíodo longo contínuo, necessita apenas da informação de que o seu dia biológico está iniciando ou terminando. As aves ignoram períodos de escuro dentro do intervalo de tempo necessário para estimular a postura. Esta informação pode ser dada através de um simples *flash* de luz. A ave irá ignorar períodos intermediários de escuridão. A compreensão deste fenômeno permite a implementação de programas de iluminação intermitente para poedeiras. A noção do dia subjetivo está ilustrada em estudos realizados inicialmente em galinhas e, posteriormente, aplicados em codornas por BACON e NESTOR (1975).

Esta teoria foi adotada mundialmente a partir dos anos 80, sendo designada, com imprecisão, como programa de iluminação aplicado ao final da postura para melhorar a qualidade da casca de ovos (SAUVEUR, 1996). Assim, um programa de iluminação intermitente pode ser definido como aquele formado por mais de um período de luz (fotofase) e de escuro (escotofase) em ciclos de 24 h.

MORRIS (1973) estudou o efeito da iluminação intermitente e concluiu que este regime é viável para a produção de ovos em escala comercial sugerindo que estes programas devem ser melhor explorados. Os processos fisiológicos, principalmente o humoral, envolvidos na formação do ovo necessitam de estudos para responder algumas incógnitas, como por exemplo, a relação de massa entre albúmen e a gema do ovo. Mas, ao que se percebe, é que a iluminação intermitente não interfere nos processos fisiológicos que envolvem a formação do ovo.

4.7. Produção e qualidade dos ovos influenciados pela iluminação

A cadeia produtiva de ovos no Brasil se caracteriza pela produção de ovos para consumo “in natura” e industrializados. A produção é feita predominantemente no sistema de criação em gaiolas, com granjas de cria e recria separadas das granjas de produção. A grande maioria é composta por produtores independentes de pequeno e médio porte, que preparam a própria ração na propriedade e trabalham com galpões abertos, tradicionais, existindo grandes produtores que estão partindo para a adequação climática e automação das instalações (UBA, 2008).

Os conceitos da fisiologia das aves responsivas a luz já são conhecidos, no entanto suas interferências na produção e qualidade dos ovos necessitam ser mais esclarecidos. Vários estudos têm demonstrado a eficácia dos programas de luz intermitentes, principalmente em países onde se utilizam os sistemas de criação em galpões fechados.

Em climas tropicais, é favorável o uso de criações em galpões abertos, aproveitando o máximo possível do fotoperíodo natural e o uso de iluminação artificial concentrado em regiões que apresentam dias curtos. Nas regiões onde não há grande diferenciação entre dias longos e curtos, como no Nordeste Brasileiro, o uso dessas instalações se torna mais frequente,

porém com outras variáveis que se tornam problemas na produção de ovos, como as interferências climáticas.

Entretanto nas regiões Sul e Sudeste, onde os dias são diferenciados em curtos e longos em função do solstício de inverno (21/06) e o solstício de verão (21/12), a diferença nestes dias chega próximo das 5h00min, tornando evidente a necessidade de utilização de iluminação artificial. Nestes períodos de utilização de iluminação artificial, podem-se utilizar programas de iluminação intermitentes como mencionado anteriormente. Baseado no pressuposto haveria consumo de energia e formação do dito dia subjetivo para as aves.

A qualidade do ovo é medida para que sejam descritas as diferenças na produção de ovos frescos, devido a características genéticas, as dietas e aos fatores ambientais, aos quais as poedeiras são submetidas, ou, também, para se descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o período e condições de armazenamento (PASCOAL et al., 2008).

GEWEHR et al. (2002) observaram a influência do fotoperíodo intermitente na avaliação de ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix*), não encontrando diferença no peso de ovos entre tratamentos intermitentes em 15h30min quando comparados a um contínuo de 15h30min, o mesmo resultado foi observado por FREITAS et al. (2003) onde, investigando a concentração de postura de poedeiras semi-pesadas (vermelhas) sob fotoperíodo contínuo de 15h00min (15L:9E) e intermitente em 15h não encontrou alteração na concentração de postura dos ovos em diferentes horários do dia. Tais dados sugerem que as espécies de postura mostram o mesmo comportamento no que se refere à fisiologia de formação do ovo, ovulação, ovoposição e ciclo ovulatório.

GEWEHR et al., (2005) avaliaram vários efeitos de programas de iluminação intermitentes sobre a produção e qualidade de ovos de codornas. Os resultados das aves nos diferentes programas (contínuos e intermitentes) comparados pelo teste SNK (Student Newman-Keuls) (5%), apresentaram-se semelhantes para postura (%/ave/dia), peso de ovos (g), massa de ovos (g) e peso específico (g/cm^3). As codornas no programa intermitente 1 (duas fotofases fracionadas em 15h30min e com uma noite principal de 8h30min) apresentaram menor consumo de ração (g/ave/dia) em relação às aves dos demais programas. A qualidade dos ovos e suas características gerais não foram afetadas negativamente em regimes intermitentes.

JORDAN e TAVARES (2005) analisaram diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. Foram montados os sistemas de iluminação com lâmpadas de vapor de sódio 70W, vapor mista 250W e fluorescente HO 110W, obedecendo-se o índice mínimo de iluminância de 40 lux. Os resultados demonstraram que o sistema a vapor de sódio foi o mais econômico e durável.

FREITAS (2005), trabalhou com 288 poedeiras leves da linhagem Leghorn®, em galpões abertos na região de Lavras-MG com iluminação artificial utilizando lâmpadas incandescentes de 40W, formando três tratamentos com diferentes programas de iluminação artificial (contínuo, intermitente e luz natural). Os resultados apresentados mostram que as aves submetidas ao programa de iluminação intermitente e iluminação natural consumiram menor quantidade de ração em comparação com as do programa contínuo. O peso dos ovos foi semelhante nos programas de iluminação testados. A produção e a massa de ovos foi maior no programa de luz natural. Os resultados mostram que, o uso de programas intermitentes, em granjas com produção de ovos em galpões abertos não afetam os índices zootécnicos e qualidade dos ovos.

Existem atualmente três tecnologias de fabricação de lâmpadas para iluminação de ambientes: lâmpadas de filamento incandescente, lâmpadas de descarga de vapores de gases e lâmpadas de indução. Esta última não foi examinada por ainda ser de elevado custo e de aplicação em locais especiais.

4.8. Lâmpadas

De baixo custo, com bom resultado e fácil de usar, as lâmpadas se tornaram um grande sucesso e ainda são o método mais popular de iluminação de interiores e também possuem uma grande escala de uso nas áreas agrícolas. Lâmpadas incandescentes liberam a maior parte de sua energia sob a forma de fótons de luz infravermelha carregados de calor. Apenas cerca de 10% da luz produzida alcança o espectro visível e isso desperdiça muita eletricidade. Fontes de luz fria, como lâmpadas fluorescentes e LED's, não gastam tanta energia gerando calor e emitem muito mais luz visível. Por esta razão, elas estão lentamente substituindo à antiga e confiável lâmpada incandescente (PHILIPS, 2009).

4.8.1. Lâmpadas incandescentes

A luz deste tipo de lâmpada é proveniente de um filamento metálico (o tungstênio), alojado no interior de um bulbo de vidro sob vácuo ou com gases quimicamente inertes em seu interior. A base destas lâmpadas é o elemento de ligação mecânica e elétrica ao receptáculo, feita de latão ou ferro latonado. É uma rosca (chamada rosca tipo Edison), que poderá ser utilizada em soquetes de diversos diâmetros.

Funcionam através da passagem da corrente elétrica por um filamento de tungstênio que, com o aquecimento, gera a luz. Com temperatura de cor agradável, na faixa de 2.700° K, tom amarelo ou laranja e reprodução de cor de 100%, têm atualmente sua aplicação predominantemente residencial. Produzem 10% de luz e 90% de calor, sendo consideradas lâmpadas de cátodo quente.

As lâmpadas incandescentes são fabricadas em vários tipos e para diversas aplicações:

- Lâmpadas para uso geral;
- Lâmpadas específicas: para fornos, geladeiras, etc;
- Lâmpadas decorativas: para festas, decorações natalinas, etc;
- Lâmpadas refletoras/defletoras ou espelhadas: utilizadas para concentrar os feixes luminosos. Muito utilizada em vitrines, lojas, exposições, museus, etc;
- Lâmpadas halógenas: possuem o formato do tipo palito ou refletor dicroico. Possui um gás inerte no seu interior, o halógeno. As que possuem espelho dicroico são muito utilizadas em exposições, galerias de arte e museus. As que possuem forma de palito são muito utilizadas para iluminação de quadras esportivas, piscinas, monumentos, etc.
- Lâmpadas infravermelho: utilizadas em indústrias, principalmente para secagem de tintas ou outros materiais (PHILIPS, 2009).

4.8.2. Lâmpadas de descarga

A luz emitida por uma lâmpada de descarga é produzida pela passagem da corrente elétrica em um gás ou vapor ionizado que, ao chocar-se com a pintura fluorescente ou com cristais de fósforos no interior do tubo, emite luz visível.

Essas lâmpadas apresentam eficiências bem superiores às lâmpadas incandescentes e oferecem muito mais luz sem potência extra. Portanto, é possível reduzir o consumo de

energia e ainda assim ter mais luz. Produzem, em média, 10 vezes mais luz do que as incandescentes comuns, para cada watt consumido. Tem elevada vida útil, quando comparada com as incandescentes.

São classificadas em função da pressão interna do bulbo, como lâmpadas de descarga de baixa pressão e lâmpadas de descarga de alta pressão (PHILIPS, 2009).

4.8.2.1. Lâmpadas de descarga de baixa pressão

Lâmpadas fluorescentes são as mais conhecidas e podem ser de vários tipos:

- Lineares: utilizadas principalmente em ambientes de escritórios, comerciais e salas de aula;
- Circulares: são utilizadas em ambientes comerciais, mas já possuem grande utilização doméstica, pois algumas podem até substituir as lâmpadas incandescentes comuns;
- Compactas: aplicação doméstica, pois substituem as incandescentes comuns, já que possuem a rosca tipo Edison;
- Coloridas e lâmpadas de néon;
- Luz negra;
- Lâmpadas Vapor de Sódio: possui sódio a baixa pressão no seu interior. É principalmente utilizada para iluminação externa e de estradas (PHILIPS, 2009).

4.8.2.2. Lâmpadas de descarga de alta pressão

Os principais tipos são:

- Lâmpadas de luz mista: combinam a eficiência das lâmpadas a vapor de mercúrio com as propriedades de cor das fontes de luz com filamento de tungstênio. Esse tipo de lâmpada não precisa de reatores e ignitores. São utilizadas para iluminar vias públicas, jardins, praças, estacionamentos, etc. Também possuem rosca Edison, e tem tanto vida útil quanto eficiência maior que as incandescentes.

- Lâmpadas a Vapor de Mercúrio: possui vapor de mercúrio em suspensão dentro do tubo de descarga. Também são utilizadas em vias públicas, jardins, praças, estacionamentos, etc;

- Lâmpadas Multivapor Metálico: possui vapor de haletos metálicos na descarga de mercúrio no interior do tubo. São utilizadas para iluminação pública, interna comercial e industrial, postos de gasolina, etc;

- Lâmpadas a Vapor Metálico e Multivapor Metálico: o tubo de descarga é preenchido com mercúrio de alta pressão e uma mistura de vapores de argônio e neônio, e ainda com sódio e tálio. São utilizadas principalmente para iluminação de interiores e, principalmente, para iluminação de monumentos, outdoors, etc;

- Lâmpadas a Vapor de Sódio: utilizada para iluminação exterior (PHILIPS, 2009).

* Entende-se por dia subjetivo o período de atividade fisiológica da ave em funcionamento pleno mesmo estando a ave sob período de escuro.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local

A pesquisa foi realizada no período de Julho a Dezembro de 2008, em uma unidade avícola comercial de ovos, pertencente ao grupo Satoshi Ito. A unidade está localizada no município de Sumaré - SP, com altitude de 538 m, nas coordenadas de 22° 50' de latitude Sul e 47° 16' de longitude Oeste. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é Cwa, caracterizado por dias quentes com inverno seco, com temperatura média de 20 a 22°C. A temperatura varia normalmente entre 15 e 28°C, registrando máxima de 36°C e mínima de 5°C. A precipitação pluviométrica anual é da ordem de 1.300 a 1.500 mm. A região possui terreno levemente ondulado, facilmente cultivável com máquinas.

A propriedade está localizada na área de concessão da Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, enquadrada no grupo alta tensão A4, já que a mesma é caracterizada como empresa rural e possui transformador próprio. Função de características de demanda e de tensão de fornecimento, sua base tarifária é a verde.

5.2. Rotina de trabalho na unidade produtora

O trabalho na granja produtora tem início às 06h40min e término no máximo às 17h30min. Os funcionários fazem 1 hora de almoço e 20 minutos de café da tarde. As esteiras automáticas são ligadas às 07h00min e desligadas por volta das 17h00min.

O regime de trabalho é de sete dias por semana, com dois turnos de trabalho.

5.3. Instalações

5.3.1. Capacidade de produção

A unidade produtora, mantém em suas instalações até o momento de realização desta pesquisa, galinhas da linhagem Hy-line W36[®] apenas em fase de postura, sendo as fases de cria e recria realizada em outra unidade produtora do mesmo grupo, possuindo atualmente 12 galpões com capacidade de alojamento de 100.000 aves por galpão.

As fotos ilustrando todas as etapas do processo de alojamento e processamento dos ovos podem ser vistas no ANEXO A.

A Figura 2 mostra uma visão de um dos galpões de produção, os silos e o corredor de conexão entre os galpões.



Figura 2 – Visualização exterior do galpão de produção

5.3.2. Caracterização do galpão

As frangas de postura são transferidas para esta unidade produtora de ovos, em média, após 16 semanas de idade, antes do início da postura, com o objetivo de adaptação e uniformização do lote. As aves inseridas em um galpão permanecem até o final da produção, não sendo permitida a entrada de novas aves nesta instalação.

Todos os galpões possuem estrutura semelhante. Construído em alvenaria, com blocos de tijolos de cimento e argamassa, possui 15m de largura, 130m de comprimento e 6m de pé-direito. Possui cobertura de telhas de alumínio, com aspersão na cobertura, realizados por 17 aspersores, ligados automaticamente com temperatura acima de 28°C. O sensor está localizado no interior da instalação, no ponto central. Possuindo também um lanternim com 3 m de largura no exterior e 1 m no interior com 0,15 m de abertura. No exterior de cada galpão

existem 2 silos próprios com abastecimento diário e capacidade de 1.000 quilos cada. O sentido da construção é o leste/oeste, conforme o padrão preconizado para aves.

O interior do galpão possui caixa d'água com capacidade para armazenar até 2500 litros. Cada galpão possui ligação com os demais galpões, através de um corredor de 15 m.

As gaiolas são automatizadas, assim como bebedouros e comedouros automáticos. As gaiolas são enfileiradas em número de 6 prateleiras sobrepostas, com 5 baterias no galpão e distanciamento entre uma e outra de 1,40 metros, formando 6 linhas ao longo de cada instalação, com 10 laterais de gaiolas.

Cada gaiola possui capacidade para 8 aves com as seguintes medidas: 0,60 x 0,62 x 0,55 m (largura, comprimento e altura). As baterias de gaiolas compreendem uma área de 120 m de comprimento com 5 m de espaçamento até as portas de abertura em cada lateral do galpão, totalizando ao longo do mesmo, 208 gaiolas ladeadas, com capacidade de 1664 aves em média por prateleira, e uma densidade de 485 cm² por ave. O piso das gaiolas é de arame com malha de 2 x 5 cm.

As gaiolas são revisadas diariamente para retirada de aves mortas; os maiores problemas registrados pela unidade em relação às mortes é a de prolapso de oviduto, seguido do problema de pernas, atingindo em torno de 0,5% de mortalidade.

As prateleiras estão localizadas nas alturas de 0,70; 1,30; 1,90; 2,50; 3,10; e 3,70 m do chão, respectivamente da primeira a sexta prateleira de gaiolas.

A instalação é totalmente automatizada com uso de iluminação artificial que funciona com *timer* automático em horário alternado e descrito detalhadamente nas etapas e tratamentos utilizados.

A Figura 3 ilustra a planta baixa do galpão com o posicionamento dos sensores de coletas das informações de temperatura e umidade relativa, e posicionamento dos equipamentos dentro do galpão.

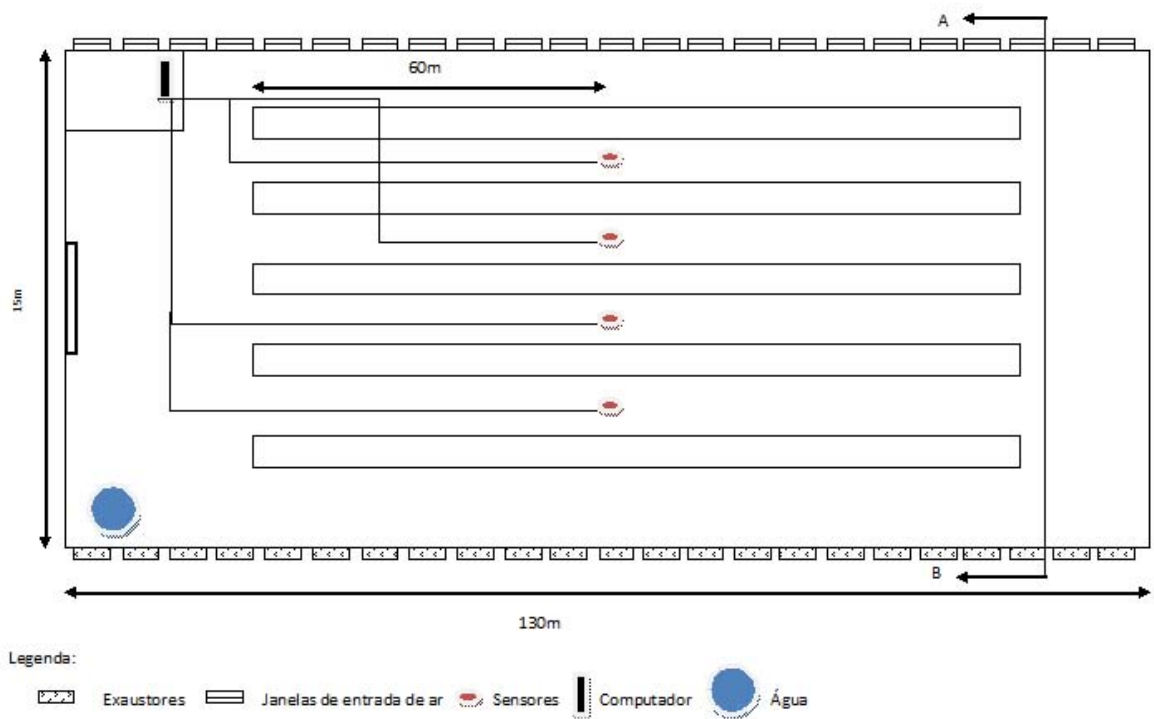


Figura 3 – Planta baixa do galpão de produção com localização dos equipamentos

A Figura 4 ilustra as baterias com as prateleiras sobrepostas.



Figura 4 – Vista do galpão com cinco baterias, seis andares em cada uma.

5.3.3. Sistema de abastecimento

Os silos são abastecidos diariamente com ração formulada (Tabela 5) e misturada na unidade exclusiva para produção de rações pertencente ao mesmo grupo. A água é proveniente de poço artesiano que enche os reservatórios contidos em cada galpão, cada linha de gaiolas possui 6 filtros para água, sendo um para cada prateleira de gaiolas, sendo cada gaiola contemplada com um único bebedouro tipo *nipple*.

Os comedouros possuem *timer* automático para abastecimento periódico em todas as linhas ao mesmo instante, sendo ativados a cada 2 horas, 12 vezes por dia, com dimensionamento de 0,63 metros por gaiola, considerando 0,07 m por ave.

As fezes são coletadas através de esteiras elétricas, com acionamento duas vezes por semana, de onde saem do galpão e caem direto no caminhão de transporte. O material é levado até o galpão de compostagem, onde são misturadas a biomassa e calcário e, através de, uma

máquina de trituração, o material é misturado e decantado por 60 dias, sendo comercializado direto pela unidade para fins de adubação de lavouras da região.

Os ovos são coletados através de esteiras localizadas uma em cada linha da prateleira e conectadas a uma esteira central que conecta os galpões e conduz os ovos para a central de seleção e processamento, cada esteira possui 0,12 m de largura. Todos os equipamentos de alojamento das aves e coleta dos ovos são da marca Zucami, de origem em Navarra – Espanha. A Figura 5 ilustra as esteiras de coleta das prateleiras e a esteira central de transporte dos ovos.



Figura 5 – Visão das linhas de abastecimento e dos filtros d'água e da esteira central de coleta dos ovos.

5.3.4. Sistema de iluminação

A unidade onde foram realizadas as análises possui em cada galpão uma adequada central de distribuição da rede elétrica. É utilizado programa de iluminação artificial que funciona de acordo com a idade das aves. Para as aves alojadas durante a pesquisa, o programa consistia de período com iluminação natural e escuro natural até as 00h:00min quando o sistema automaticamente disparava o acendimento das lâmpadas e, desligados as 06h:00min,

totalizando em média 18 horas de luz (natural + artificial). Cada linha de baterias de gaiolas, possui 23 pontos de iluminação artificial, sendo utilizadas lâmpadas incandescentes de 60W com posicionamento a cada 5 metros na extensão dos 120 metros utilizáveis pelas aves e altura de 3,80 metros do ponto luminoso ao chão.

As laterais possuem 24 aberturas (janelas) com medições de 1,40 x 1,40 x 0,45m para entrada da iluminação natural, o que permite um maior aproveitamento do fotoperiodismo natural. As janelas do lado esquerdo da instalação possuem aberturas para entrada de ar frio e as janelas do lado direito possuem proteção contra a saída de ar, forçando a utilização dos exaustores e do lanternim. Todo o sistema de funcionamento e abastecimento, assim como o de ventilação são desligados durante o período noturno. A figura 6 ilustra o posicionamento das janelas, exaustores e luminárias dentro da instalação.

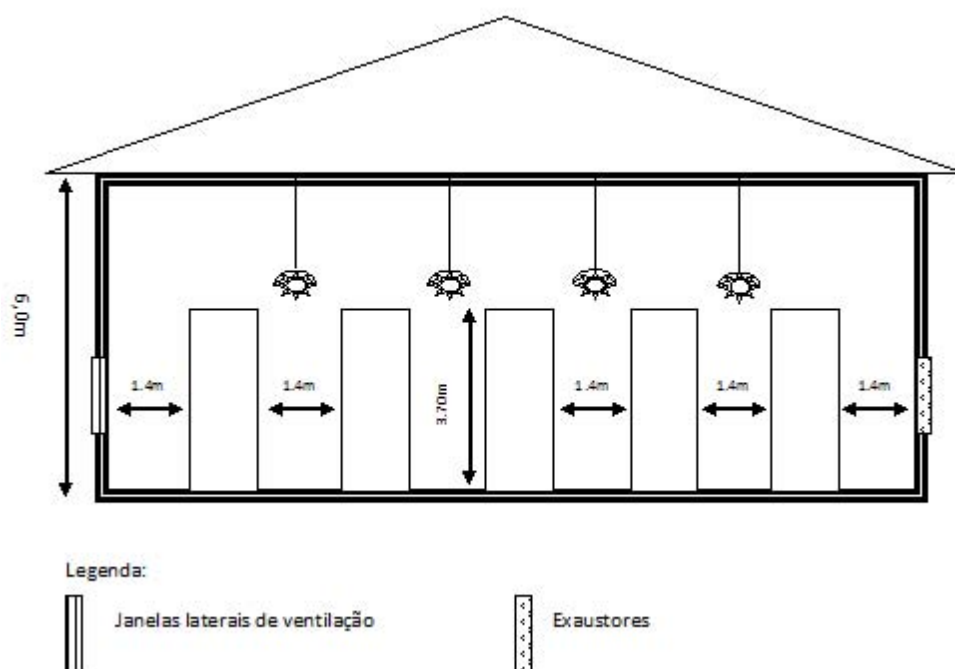


Figura 6 – Posicionamento das luminárias, janelas e exaustores e a distância entre as mesmas.

5.3.5. Sistema de ventilação

São utilizados para tais fins o sistema de exaustão e pressão negativa através do lanternim, que se encontra com abertura no meio do telhado de duas águas. Os exaustores

estão instalados do lado direito da instalação, sendo ligados ao longo do dia e desligados durante a noite, num total de 24, com distância de 5m um do outro. Cada exaustor possui motor de 2 cv, com as medidas: 1,40 x 1,40 x 0,45m (A x C x L).

5.3.6. Coleta dos ovos

A unidade produtora possui em todos os galpões esteiras elétricas instaladas ao longo de cada linha e de cada prateleira de gaiolas para coleta automática dos ovos, realizando uma conexão com a esteira central que liga os galpões que se encontram lado a lado. As esteiras são ligadas duas vezes ao dia e, quando as aves estão no pico de postura, três vezes ao dia.

Os ovos são encaminhados para uma pré-seleção manual, na qual são retirados os trincados, quebrados e defeituosos, seguindo para uma lavagem em máquina, com solução de cloro a 0,25% e secados a ar na máquina seguida do equipamento de lavagem, de onde são direcionados para o setor de ovoscopia, onde ocorre a segunda seleção dos ovos com problemas.

Passada a ovoscopia, os ovos são encaminhados para a máquina de seleção de tamanho e empacotamento eletrônico, onde depois são empilhados em caixas de acordo com a classificação e comércio vigente.

Os dados referentes às percentagens de ovos com falhas não são contabilizados pela unidade produtora, sendo apenas retirados os componentes dos ovos e direcionados para beneficiamento (ovo em pó e líquido). Devido às normas de biossegurança da unidade produtora, não foi possível a presença de pesquisadores no setor de ovoscopia; por este motivo, tais dados não foram avaliados nesta pesquisa. A Figura 5 mostra a passagem dos ovos pelo setor de ovoscopia.

5.4. Alimentação

As aves são alimentadas a vontade, com formulação diferenciada de acordo com a idade e estação do ano.

A unidade produtora utiliza dietas formuladas com e sem o incremento de aditivos (Natuphos), uma enzima fitase para melhoria na absorção do fósforo disponível das dietas,

com redução no custo final da ração, uma vez que reduz o fósforo da dieta e reduzindo significativamente os dejetos lançados no meio ambiente.

Na Tabela 2 foi descrita a composição utilizada pela granja durante as análises realizadas por esta pesquisa. O acesso as demais formulações não foi permitido por privacidade da unidade produtora.

Tabela 2 - Composição percentual das dietas utilizadas durante a pesquisa

	POSTURA PICO INVERNO	POSTURA 1	POSTURA 2	POSTURA 3
MILHO - 8,00%	642,061	641,744	648,928	657,312
FAR. DE SOJA - 46,00%	225,000	210,000	185,000	175,000
FAR. DE CARNE 42,00%	41,000	0,000	0,000	0,000
FAR. DE CARNE 45,00%	0,000	39,000	34,000	31,000
FARELO DE TRIGO	0,000	14,000	33,000	32,000
CALCARIO FINO - 39%	50,000	50,000	50,000	50,000
CALC. GROSSO - 39%	34,000	38,000	42,000	48,000
SAL PRÉ MISTURA	4,500	4,500	4,500	4,500
PREMIX RECRIA¹	0,000	0,000	0,000	0,000
PREMIX POSTURA²	1,000	1,000	1,000	1,000
NATHUPHÓS-PRÉ MIST	0,360	0,360	0,360	0,360
CL. DE COLINA 60%	0,450	0,300	0,300	0,300
ALIMET	1,629	1,096	0,912	0,528
ÓLEO	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTAL(Kg)	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

1. Suplemento mineral, por kg do produto: Iodo 2 g, cobalto 2 g, cobre 2 g, zinco 100 g, manganês 16 g, veículo q.s.p. 1 kg.

2. Suplemento vitamínico, por kg do produto: vit. A 12.000.000UI, vit. D3 3.600.000UI, vit. E 35.000UI, vit. K3 3 g, vit. B1 2,5 g, B2 8 g, B6 5 g, B12 30 g, Ácido nicotínico 40 g, Ácido pantotênico 12 g, Biotina 0,2 g, ácido fólico 1,5 g, Selênio 0,15 g, veículo q.s.p. 1 kg.

Compreende-se a fase de postura pico inverno, a fase correspondente ao mês de julho, na qual as aves encontravam-se no período de inverno e saindo do pico da postura, em seguida iniciou-se a fase de postura 1 que se seguiu até o final do mês de agosto quando atingiram 52 semanas e a dieta passou a ser para postura 2 até o mês de novembro com 64 semanas de idade e ao final de produção do lote recebeu a postura 3, todos com níveis crescentes de cálcio.

5.5. Animais e equipamentos utilizados

Nesta pesquisa, foi escolhido o galpão de número 3, pela facilidade de acesso para instalação dos equipamentos e disponibilidade do proprietário. Foram utilizados para fins de comparação e minimizar ao máximo as variáveis influentes, quatro corredores de baterias de gaiolas, dos seis disponíveis pela instalação. Foram descartadas as duas linhas compreendidas

pela esquerda com janelas de ventilação e iluminação natural e a linha direita com janelas vedadas e exaustores.

5.5.1. Aves

Foram utilizadas em média 80.000 aves da linhagem comercial Hy-Line W36, alojadas no mês de janeiro de 2008, com 20 semanas de idade.

A pesquisa começou após o pico de postura das aves com idade de 48 semanas e estendendo-se as análises até 68 semanas. As laterais descartadas totalizavam em média 20.000 aves, restando assim 80.000 aves submetidas às alterações da pesquisa. Todas as aves receberam a mesma dieta, e na oportunidade de mudança a mesma ocorria para todas as aves.

5.6. Etapas da pesquisa

A pesquisa foi distribuída em etapas, coletando informações diárias ao longo de seis meses, no período de julho a dezembro de 2008, tendo análises ao longo das estações: inverno, primavera e início do verão.

As aves alojadas nesta instalação foram submetidas ao regime de muda forçada duas semanas após a finalização da coleta de dados. O objetivo da realização de coleta e análises de dados por etapas foi em função dos meses do ano e das variáveis possivelmente incidentes como: idade, dieta, temperatura e mudanças de estações, deste modo não foram realizadas as comparações de dados entre os meses e sim entre os parâmetros avaliados dentro de cada mês. A Tabela 3 mostra as etapas da pesquisa e suas características.

Tabela 3 – Caracterização das etapas da pesquisa e parâmetros avaliados em cada uma.

<i>Meses</i>	<i>Etapas</i>	<i>Aves/idade</i>	<i>Parâmetros avaliados*</i>
Julho	01	48 semanas	T, UR, ITU, EE
Agosto	02	52 semanas	T, UR, ITU, EE
Setembro	03	56 semanas	T, UR, ITU, EE
Outubro	04	60 semanas	T, UR, ITU, EE, QO
Novembro	05	64 semanas	T, UR, ITU, EE, QO, GE
Dezembro	06	68 semanas	T, UR, ITU, EE, QO, PR

* T = Temperatura (°C); UR = Umidade Relativa (%); ITU = Índice de Temperatura e Umidade; EE = Eficiência energética; QO = Qualidade dos ovos; GE = Gravidade Específica; PR = Produção (PR).

5.7. Sistema de aquisição de dados

Para aquisição de dados foram instalados sistemas de medição da temperatura do ar e umidade relativa (Transmissores RHT – DM – NOVUS, com *data logger* e *Field logger*) e grandezas elétricas (Transdutores elétricos SMART TRANS acoplados ao computador através de um conversor de sinal RS485/232).

5.7.1. Transmissores de Temperatura e umidade RHT-DM NOVUS

Os transmissores incorporam sensores de alta precisão e estabilidade para medição de umidade relativa e temperatura do ar. Os valores medidos são convertidos em sinais de saída 4 a 20 mA linearmente relacionados a suas leituras. Foram utilizados para a medição, indicação e registro de temperatura do ar e umidade relativa. Os sensores, em número de quatro, foram colocados no meio do galpão a uma distância de 60 metros do início das baterias das gaiolas. Os dados foram coletados a cada 15 minutos, no período de 04 de Julho a 30 de Dezembro de 2008, sendo um por fila de tratamento.

5.7.1.1 *Field Logger*

Foi utilizado para armazenar as determinações de temperatura do ar e umidade relativa. Os transmissores de temperatura e umidade foram conectados ao acumulador de dados (*data logger*) para registro e armazenamento contínuo de dados. Através deste sistema, foram obtidos dados horários (a cada 15 minutos). Estes dados foram organizados pelo programa computacional *Field Chart*.

A Figura 7 mostra a localização do computador e dos cabamentos para ligação dos transmissores para coleta de dados de temperatura e umidade e suas posições dentro da instalação.

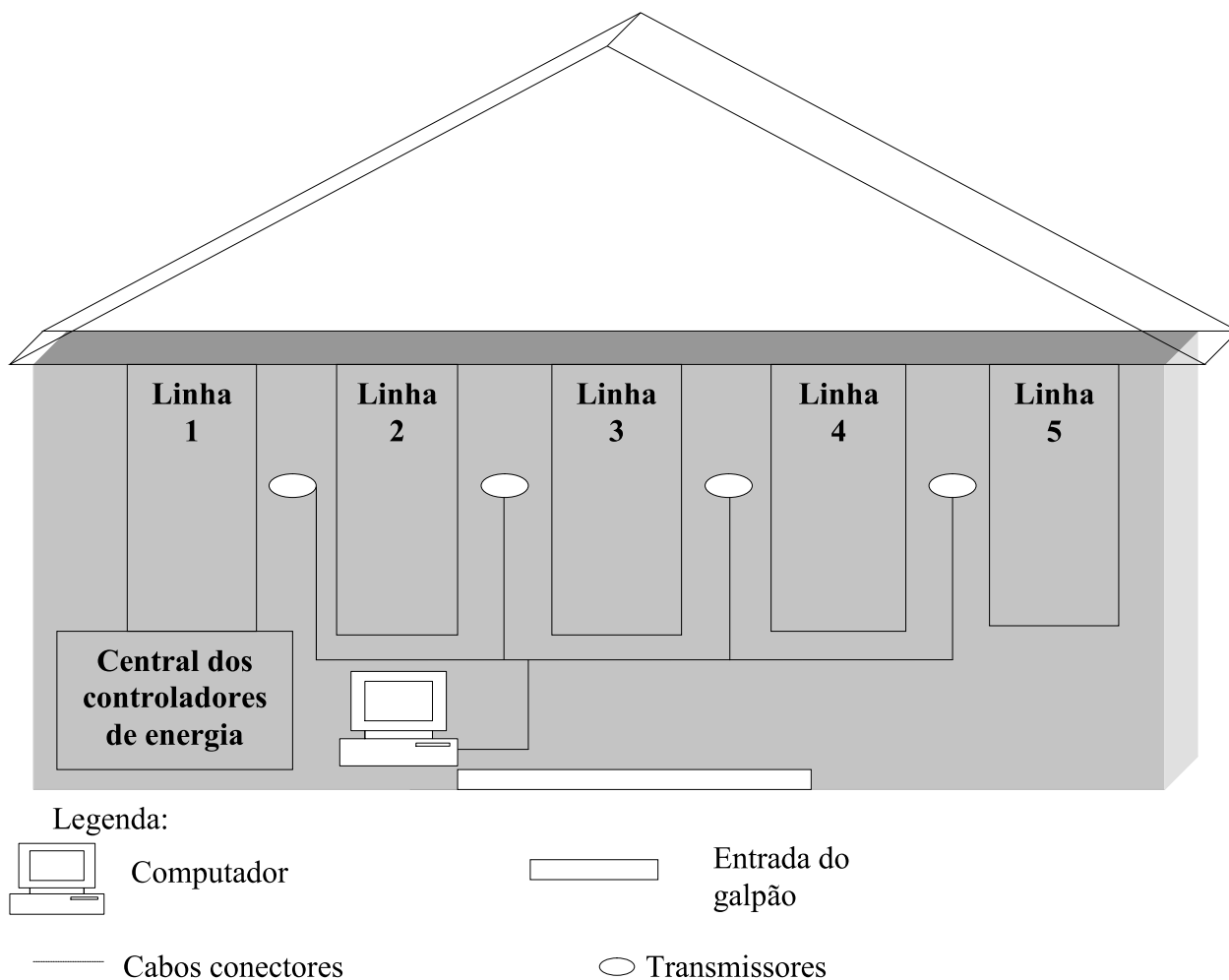


Figura 7 – Ilustração do local de instalação do *Field logger* e dos transmissores

5.7.1.2. Smart Trans

O transdutor multigrandezas trifásico *Smart Trans* foi usado para medir as grandezas elétricas em diversos pontos da instalação. Possui indicação para identificar a sequência de fases e transmissão e recepção dos dados. Opera interligado em rede de equipamentos com protocolo MODBUS-RTU através de saída RS485. Para esta pesquisa foram utilizados quatro dispositivos desta natureza, sendo instalados na central de distribuição da energia elétrica para o acionamento do sistema de iluminação original da unidade e coletando os dados das grandezas elétricas de cada um dos quatro tratamentos utilizados. O programa computacional *Transcomplus*[®] fez a configuração e aquisição de medições.

5.7.1.3. Transcomplus

O *TranscomPlus*[®] é um programa de aquisição de dados desenvolvido para gerenciar o consumo de energia elétrica compatível com protocolo *Modbus* RTU. Através de uma rede de transdutores de energia elétrica, o *TranscomPlus*[®] faz a leitura de cada equipamento que está em seu banco de dados, guardando os valores das grandezas elétricas medidas a cada período de tempo programado.

O gerenciamento do banco de dados é feito através das tabelas compatíveis, no caso em questão Tabelas do *Microsoft Excel*. As medições de corrente e tensão são feitas através dos transdutores e as outras grandezas elétricas são calculadas pelo programa computacional *Transcomplus*[®]. O intervalo entre um registro e outro foi programado para 15 minutos de acordo com a resolução 405 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) para medição de demanda máxima.

3.2 Tratamentos

As linhas avaliadas ao longo da instalação sofreram alterações no que se refere à iluminação artificial, ou seja, além da tecnologia de filamento já utilizada pelo produtor, foi introduzida a tecnologia de lâmpadas de descarga, usando-se 3 tipos de lâmpadas.

Cada linha do galpão, que totalizava 120 metros de gaiolas, foi considerada um tratamento e, então, este foi avaliado de acordo com as etapas descritas anteriormente.

5.8.1. Tratamento 1 (T1) – Testemunha: Lâmpadas Incandescentes de 60W/220v

As lâmpadas utilizadas nesta avaliação foram as de filamento Incandescentes de 60W modelo Standard, a mesma utilizada pelo produtor em todos os galpões. Conservou-se o mesmo número de lâmpadas que o produtor usa normalmente em seu processo produtivo para serem mantidas as características operacionais de produção, ou seja, 23 lâmpadas distanciadas 5 metros uma da outra. A temperatura de cor desta lâmpada é 2800° K; esta caracteriza a cor amarela dentro da faixa de espectro visível.

5.8.2. Tratamento 2 (T2) – Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas de 23W/ 220v

Como resultado do cálculo pelo método dos lumens médios foram instaladas neste tratamento doze lâmpadas fluorescentes de 23W da Philips na mesma altura de instalação da lâmpada de Filamento de 60W (testemunha), dispostas em linhas com espaçamento entre elas de 10 metros. A temperatura de cor desta lâmpada é 2700° K; esta caracteriza a cor amarela dentro da faixa de espectro visível.

5.8.3. Tratamento 3 (T3) – Lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão de 70W/220v

Por meio do método dos lumens médios foram instaladas neste tratamento, seis lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão de 70 W na mesma altura de instalação da lâmpada de Filamento de 60W (testemunha), dispostas em linhas com espaçamento entre elas de 20 metros. A temperatura de cor desta lâmpada é 2000° K.

5.8.4. Tratamento 4 (T4) – Lâmpadas de Vapor de Mercúrio de 125W/220v

Através dos cálculos dos lumens médios foram instaladas neste tratamento, seis lâmpadas de Vapor de mercúrio de 125W na mesma altura de instalação da lâmpada de Filamento de 60W (testemunha), dispostas em linhas com espaçamento entre elas de 20 metros. A temperatura de cor desta lâmpada é 4000° K. Sua ilustração e características estão no ANEXO B.

5.9. Pontos de coletas dos parâmetros

Para melhor avaliação dos tratamentos, foram selecionados pontos discretos no interior do galpão. Os pontos selecionados em cada linha de observação foram caracterizados como: A (alto), M (médio) e B (baixo) e estão representados na Figura 8. Após a seleção dos pontos e distância das lâmpadas deu-se a relação de ambos para posterior análise, ressaltando que esta metodologia foi aplicada para cada tratamento avaliado, ilustrados na Tabela 4.

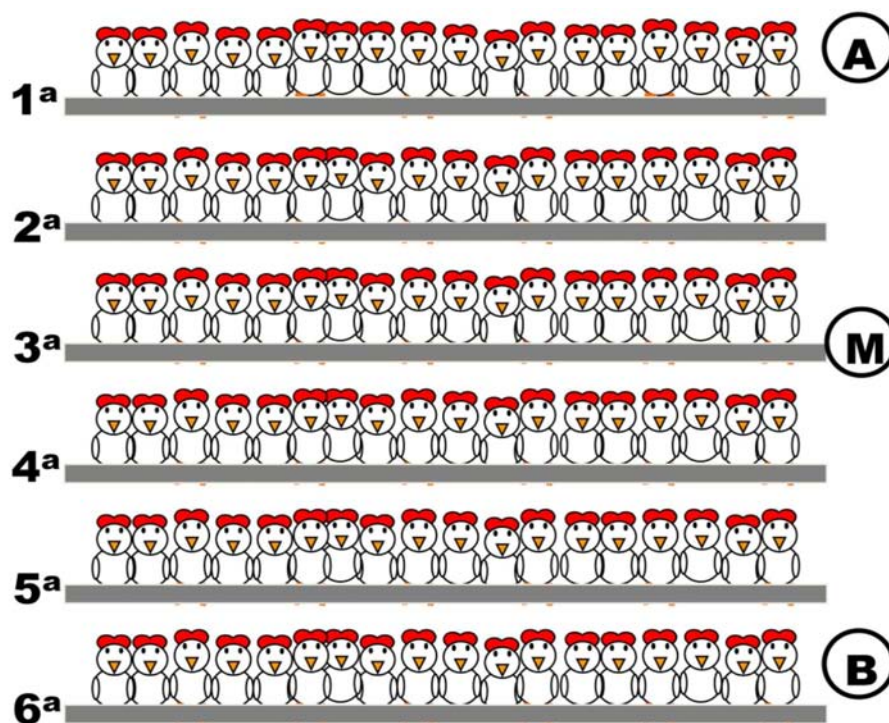
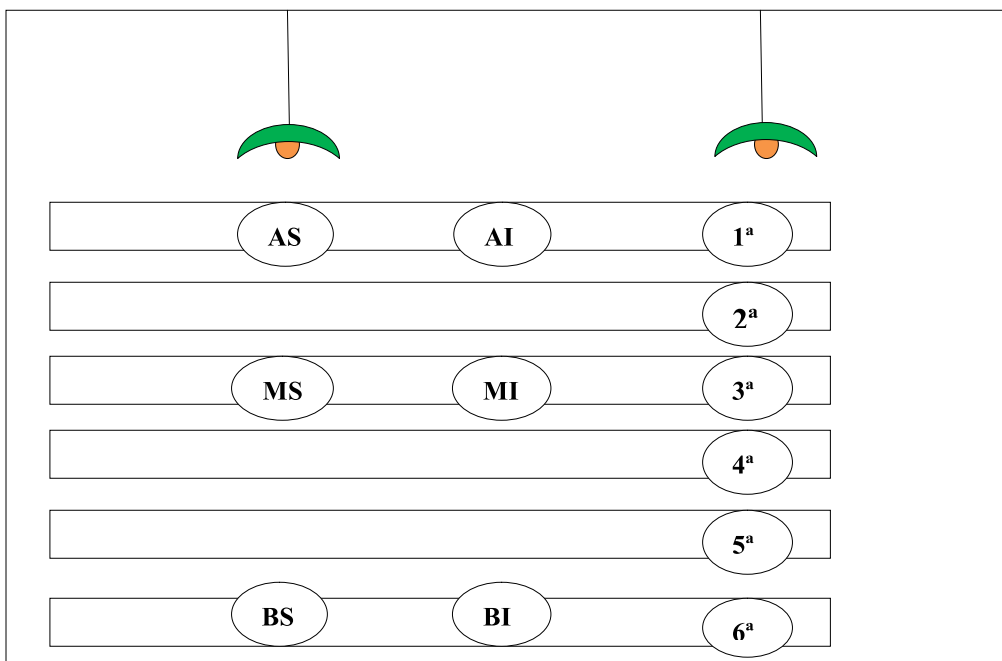


Figura 8 – Caracterização do esquema de coleta de ovos e iluminância em relação a altura das gaiolas.

A Figura 9 ilustra a determinação dos diferentes pontos de coleta dos valores da iluminância de cada tratamento, caracterizando a realização dos pontos Alto, Meio e Baixo com a fonte luminosa, determinando as alturas Alto Sob (AS), Meio Sob (MS) e Baixo Sob (BS), com localização sob a fonte luminosa, nas alturas de 0,70; 1,30 e 3,70m respectivamente. A partir da caracterização do ponto I e a distância L, deu-se as alturas Alto Intermediário (AI), Meio Intermediário (MI) e Baixo Intermediário (BI).

Na Figura 10 ilustrou-se a caracterização do ponto S (Sob) e do ponto I (Intermediário) em relação à distância, considerada para esta pesquisa como (L) em relação a fonte luminosa.



Legenda: AS – Alto Sob; MS – Meio Sob; BS – Baixo Sob
 AI – Alto Intermediário; MI – Meio Intermediário; BI – Baixo Intermediário

Figura 9 – Caracterização dos pontos de coleta dos valores de iluminância.

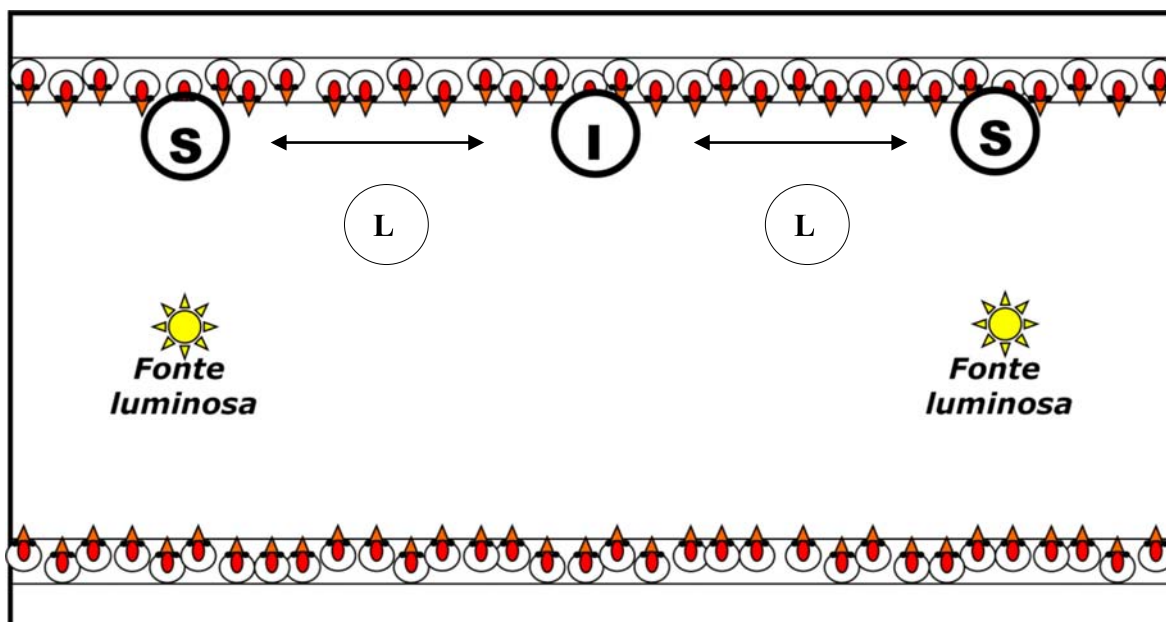


Figura 10 – Caracterização do ponto S (Sob) e do ponto I (Intermediário) em relação à distância da fonte luminosa.

A distância do ponto I, caracterizada como (L) foi variável com o tratamento em função do cálculo realizado para quantificação dos pontos luminosos a serem instalados ao longo dos tratamentos (Cálculo luminotécnico) e está ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Distâncias consideradas do ponto I em relação à fonte luminosa e os tratamentos.

<i>Tratamento</i>	<i>Distância (m)</i>
T1	2,5
T2	5,0
T3	10,0
T4	10,0

5.10. Cálculo luminotécnico

A iluminação de interiores é normalmente calculada para o plano de trabalho, no caso, o plano de trabalho definido foi à altura da luminária até a altura da cabeça das primeiras aves, consequentemente, em função da altura do sistema de iluminação do produtor estar a 3,8 m do chão, a altura útil de trabalho considerada foi de 3,1 m.

O método utilizado para o cálculo do número de luminárias por tratamento foi o Método dos Lumens Médios ou Método da Iluminância Média Geral, que é usado pela necessidade de uniformização da intensidade luminosa ou iluminamento por área de trabalho a ser estudada, neste caso, foi considerado a área de trabalho estudada.

5.10.1 Número de luminárias

A quantidade de luminárias necessárias para se obter o iluminamento desejado foi determinada utilizando a equação 1.

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_{lum}} \quad (1)$$

onde:

N = número de luminárias.

Φ_T = fluxo total.

$\Phi_{lum} = \Phi_{lamp} \times n$, fluxo da luminária.

Φ_{lamp} = fluxo da lâmpada.

n = número de lâmpadas na luminária.

5.10.2. Fluxo Luminoso Total (Φ)

O fluxo total necessário foi determinado utilizando a equação 2.

$$\Phi = \frac{E \times A}{\eta \times d} \quad (2)$$

onde:

Φ = fluxo luminoso total necessário (lúmens)

E = valor da iluminância média (lux).

A = área total a ser iluminada (m²).

η = fator de utilização da luminária.

d = fator de depreciação do ambiente.

5.10.3. Valor de Iluminância Média (E)

O processo de cálculo deu-se com a escolha do valor de iluminância média, (E) em lux, em função da necessidade de intensidade de fluxo luminoso para aves de postura em galpões fechados que é de no mínimo 10 lux ao nível dos olhos conforme IESNA (2001). Em função das diferenças na altura das baterias de gaiolas e, consequente diferença na quantidade de lux oferecidos as aves em função do distanciamento do ponto luminoso, foram selecionados os pontos anteriormente descritos e o fluxo luminoso mensurado em cada ponto e em cada etapa, em virtude da depreciação das lâmpadas.

Para esta pesquisa foram classificadas as etapas de coleta de dados e desta forma, para cada etapa avaliados os lux oferecidos e a depreciação ocorrida ao passar das etapas.

5.10.4. Fator de Depreciação (d)

Este fator classifica o ambiente de acordo com as condições de operação, e limpeza do ciclo de tempo de manutenção. Com o tempo, os equipamentos de iluminação acumulam poeira, fazendo com que as lâmpadas forneçam menor quantidade de fluxo luminoso.

5.10.5. Fator de Utilização da Luminária (η)

Com base na definição dos índices de reflexão de teto, parede e piso e do fator do local, foi definido o valor do fator de utilização (η) da luminária para o ambiente em questão.

5.10.6. Fator do local (K)

O fator do local (K), que varia em função das dimensões do recinto, foi usado como parâmetro necessário para a determinação do fator de utilização η , junto com a definição dos coeficientes de reflexão de teto, parede e piso. O fator do local foi determinado utilizando a equação 3.

$$K = \frac{L \times C}{H \cdot (L + C)} \quad (3)$$

onde:

L = largura do ambiente.

C = comprimento do ambiente.

H = altura útil de trabalho (distância entre a luminária e o plano trabalho.)

Como as dimensões da área útil são 120m de comprimento e 1,4m de largura com altura útil de 3,1m, o valor de fator de local foi $K = 0,44$.

5.10.7. Índices de reflexão

Os índices de reflexão de teto, parede e piso, nesta ordem, é geralmente representado nas tabelas dos catálogos dos fabricantes de luminárias por três algarismos, que se baseiam nas

cores e tipos de materiais utilizados nos revestimentos. Para esta pesquisa foram considerados os seguintes fatores de reflexão:

Fator de reflexão do teto = 0,3 (30%).

Fator de reflexão da parede = 0,3 (30%).

Fator de reflexão do piso = 0,1 (10%).

O modelo de luminária usado nos tratamentos com as lâmpadas de descarga foi escolhido de acordo com as necessidades locais, em função do dimensionamento das linhas dos tratamentos e das quantidades de lâmpadas distribuídas. Um refletor aberto, tipo prato sem colarinho e confeccionado em chapa de aço, esmaltado a fogo em branco interno e verde externo, foi utilizado em cada lâmpada.

5.10.8. Cálculo do número de luminárias dos tratamentos

Na Tabela 5 foram descritos os valores de fluxo luminoso fornecidos pelo fabricante e o número de lâmpadas calculadas por parcela utilizando a equação 2 com: $E = 10\text{lux}$, $A = 140$, $\eta = 0,18$ e $d = 0,57$.

Tabela 5 – Valores de fluxo luminoso e número de luminárias.

<i>Lâmpadas (220v)</i>	<i>Fluxo Luminoso</i>	<i>Número de luminárias</i>
Incandescente 60W	715	23
Fluorescente 23W	1400	12
Vapor de Sódio 70W	5600	06
Vapor de Mercúrio 125W	6200	06

5.11. Coleta dos parâmetros

5.11.1. Parâmetros climáticos (T, UR e ITU)

Foram medidas as temperaturas e umidade relativa do ar no interior do galpão. Com estes dados, calculou-se o índice de temperatura e umidade (ITU) como estimativa de conforto térmico dos animais.

Foi realizada a comparação dos dados de temperatura média e da umidade relativa dos tratamentos e os dados referentes ao ITU.

5.11.2 Temperatura e umidade relativa do ar

A temperatura de bulbo seco e a umidade relativa do ar foram monitoradas através da utilização de sensores de temperatura e umidade do ar da marca NOVUS®, colocados no ponto médio dos corredores de cada tratamento. Para estas determinações, estes sensores de temperatura e umidade foram conectados a um acumulador de dados (*data logger*) para registro e armazenamento contínuo de dados. Através deste sistema, foram obtidos dados horários (a cada 15 minutos). Estes dados foram organizados pelo programa computacional *Field Chart*.

A partir de todos os registros de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculados, o índice de Temperatura e umidade (ITU) usando a equação 4.

Utilizando estes dados, formulou-se uma planilha no EXCEL® para o cálculo do ITU, de acordo com a equação proposta por BUFFINGTON et al. (1982) e citada por PIRES et al. (2002).

$$ITU = 0,8 Tbs + UR (Tbs - 14,3) / 100 + 46,3 \quad (4)$$

Em que:

ITU = índice de temperatura e umidade, adimensional;

Tbs = temperatura de bulbo seco, em °C;

UR = umidade relativa do ar, %.

Após esta fase, os valores de ITU foram avaliados através do teste de Tukey ao nível de 5%, no programa de Assistência estatística ASSISTAT da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

5.11.3 Coleta dos parâmetros de uso da energia elétrica

Para comparação dos tratamentos no que se refere à utilização de energia elétrica foram medidos os seguintes parâmetros: Consumo, Demanda Máxima e o Fator de Potência.

A utilização de energia elétrica dos equipamentos foi avaliada através de quatro analisadores e medidores de energia multivariável, instalados nas caixas de distribuição de circuitos. Estes medidores foram acoplados a outro acumulador de dados (*data logger*), atendendo os padrões estabelecidos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Foi verificado o consumo de energia elétrica no mesmo instante em que foram medidos os dados relativos à temperatura e umidade relativa do ar. Os registros foram realizados a cada 15 minutos. Estes dados foram adquiridos 24 horas por dia durante todo período da pesquisa.

Em um abrigo dentro do galpão foi alojado o computador que armazena dados vindos dos seguintes *hardwares* (ou *data loggers*):

- *Field Logger*: responsável pela aquisição dos dados de temperatura e umidade;
- *Smart Trans*: concentra e direciona os dados de várias grandezas elétricas para o microcomputador.

Todo o sistema foi alimentado através da rede elétrica disponível no local, juntamente com um sistema de emergência, composto por um *Nobreak* com 2 baterias que proporcionaram autonomia de aproximadamente 2 horas. Em decorrência de interrupções no fornecimento de energia elétrica pela distribuidora por mais de duas horas, alguns períodos ficaram ausentes de dados até uma nova visita a unidade produtora para reprogramação dos *softwares* e equipamentos.

5.11.4. Parâmetros Zootécnicos

Para as análises dos índices zootécnicos e suas possíveis interações com os fatores ambientais e influências com as alterações mencionadas pelos tratamentos, fez-se a coleta de dados de acordo com as etapas descritas. Foram realizadas as análises de: Peso do ovo (PO),

Peso da casca (PC), Peso da gema (PG), Peso do albúmen (PA), Peso dos componentes (PM), Gravidade específica (GE) e dados da média de produção (PR), assim como as percentagens da casca.

Para avaliar a influência das diferentes tecnologias luminosas e seu iluminamento oferecido as aves, em lux, foi utilizado um luxímetro digital. De acordo com cada ponto de coleta descrito anteriormente o luxímetro foi colocado na posição de frente a fonte luminosa, na altura da cabeça das aves.

5.11.4.1. Peso do ovo (PO)

Para esta análise, foram coletados aleatoriamente 60 ovos de cada tratamento, sendo 20 ovos de cada altura (B, M e A) e 10 ovos para cada ponto, quando estes foram considerados (BS, BI, MS, MI, AS e AI). Totalizando 240 ovos por etapa e 720 ao longo da pesquisa. Os ovos foram pesados individualmente e marcados de acordo com sua numeração e caracterização. A Tabela 6 mostra a sistemática adotada.

Tabela 6 – Esquema de quantificação dos ovos coletados por etapa e por tratamento para análise de qualidade.

<i>Altura/Etapa</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>	<i>E5</i>	<i>E6</i>
AS	-	-	10	10	10	-
AI	-	-	10	10	10	-
MS	-	-	10	10	10	-
MI	-	-	10	10	10	-
BS	-	-	10	10	10	-
BI	-	-	10	10	10	-

E1 = Julho; E2 = Agosto; E3 = Setembro; E4 = Outubro; E5 = Novembro; E6 = Dezembro

Depois de pesados, os ovos foram cuidadosamente quebrados para que se desse início as análises dos componentes e da casca.

5.11.4.2. Peso da casca (PC)

Para esta análise foram separadas as cascas dos componentes dos ovos e secadas em estufa a 105° C durante aproximadamente 12 horas e em seguida pesadas individualmente. Os cálculos de percentagem foram feitos a partir dos dados de cada tratamento. A quantidade de cascas avaliadas seguiu o mesmo padrão dos ovos inteiros.

5.11.4.3. Peso da gema (PG)

Seguindo a metodologia acima descrita, as análises de peso da gema foram realizadas a partir da separação do albúmen com rompimento da chalaza e pesadas individualmente através de uma balança digital com precisão de 0,01g. Em seguida, calculou-se as percentagens de gema em relação ao peso total do ovo.

5.11.4.4. Peso do albúmen (PA)

Para esta análise, após a quebra do ovo, o líquido espesso e fino (Albúmen) foi descartado e pesado a gema. Por diferença do peso da gema com o peso da casca, obteve-se o peso médio do albúmen. Em seguida, as percentagens foram realizadas.

5.11.4.5. Peso dos componentes (PM)

Foi medido o peso dos componentes de acordo com a etapa, retirando a casca e pesando o conteúdo integralmente sem a separação da gema e do albúmen. Após as análises de pesagem foram calculados as suas percentagens.

5.11.4.6. Gravidade Específica (GE)

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por HAMILTON (1982). A cada final de período experimental foram coletados os ovos aleatoriamente e divididos por parcela. Após, foram feitas imersões dos ovos em dez diferentes soluções salinas com os devidos ajustes para um volume de 2 litros de

água com densidades que variavam de 1,062 a 1,098 g/ml com intervalo de 0,04, em função do densímetro com calibração neste intervalo. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções, da menor para a maior densidade e retirados ao flutuarem, sendo anotados os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes. Antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com densímetro de petróleo.

5.11.4.7. Média de Produção (PR)

Em função do funcionamento automático das esteiras de coleta dos ovos, a realização desta análise só foi possível durante 12 horas de paralisação e durante uma das seis etapas da pesquisa.

Durante o período noturno (20h00min), após o momento de desligamento dos equipamentos de coleta de ovos, deu-se a contagem de todos os ovos presentes na primeira, terceira e sexta prateleira de gaiolas, ou seja, nos pontos B, M e A, de ambos os lados das linhas de gaiolas; os respectivos números de ovos presentes em cada fileira foram anotados. Aguardou-se completar 12 horas de intervalo e as 08h00min os ovos foram novamente contabilizados e os números reduzidos dos anotados na noite anterior. Desta forma, foram contabilizados os ovos postos em 12 horas de intervalo nos quatro tratamentos por aproximadamente 38.400 aves, uma vez que a quantidade de aves não foi contabilizada pela inviabilidade de tal.

5.12. Delineamento experimental e estatística

As análises dos parâmetros zootécnicos foram submetidas à estatística através da análise de variância com delineamentos inteiramente casualizados (DIC) pelo teste de Tukey ao nível de 5%, realizadas pelo programa ASSISTAT. Foi utilizado um esquema fatorial 4 x 6 (4 tipos de lâmpadas x 6 pontos de coleta de iluminância) de acordo com as etapas prescritas no item 5.6.

Outro esquema fatorial 4 x 3 (4 tipos de lâmpadas x 3 pontos de coleta de iluminância) foi adotado de acordo com as etapas descritas no item 5.6.

Foram realizadas análises dentro de cada tratamento (T), com o intuito de averiguar as possíveis influências que a altura das prateleiras em relação ao ponto luminoso e a quantidade de lux oferecidos, ofereciam as aves em relação à qualidade dos ovos. Desta forma, para cada tratamento foi aplicado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando cada ponto de altura em relação à lâmpada como sendo um tratamento e as coletas de ovos em diferentes gaiolas suas repetições, caracterizados na Tabela 7.

Tabela 7 – Caracterização dos delineamentos estatísticos utilizados dentro de cada tratamento e suas repetições.

<i>Tratamento/Etapa</i>	<i>E3</i>	<i>E4</i>	<i>E5</i>	<i>E6</i>
T1 – Incandescente	4T6R/3T2R	4T6R/6T2R	4T6R/6T2R	4T2R
T2 – Fluorescente 23W	4T6R/3T2R	4T6R/6T2R	4T6R/6T2R	4T2R
T3 – Vapor de Sódio 70W	4T6R/3T2R	4T6R/6T2R	4T6R/6T2R	4T2R
T4 – Vapor de Mercúrio 125W	4T6R/3T2R	4T6R/6T2R	4T6R/6T2R	4T2R

Sendo: T = Quantidade de tratamentos e R= Número de repetições.

Na terceira etapa da pesquisa coletou-se dados de qualidade dos ovos e realizou-se uma primeira análise dentro do primeiro corredor de alojamento, com 3 diferentes níveis de intensidade luminosa (lux), considerando-se 3 tratamentos, e ovos coletados em diferentes gaiolas dos dois lados do corredor, considerando 2 repetições (3T2R). O mesmo procedimento foi adotado para os demais corredores.

Na quarta e quinta etapas da pesquisa os parâmetros foram submetidos às análises através de comparações entre as tecnologias e cada tratamento teve 6 pontos discretos de coletas de dados descritos anteriormente, resultando em 4 tratamentos e 6 repetições (4T6R).

Dentro de cada tecnologia utilizada na quarta e quinta etapa, fez-se a análise de cada ponto como um tratamento e suas variáveis de coleta e ovos as repetições, totalizando 6T2R, cada repetição levou em consideração os dados de 5 ovos.

Para os parâmetros de produção avaliados na sexta etapa, foram considerados os mesmos pontos de coleta da terceira etapa, assim como a mesma distribuição de tratamentos e repetições.

O esquema proposto foi utilizado para avaliar as características de peso do ovo (PO), peso da casca (PC), peso da gema (PG), peso do albúmen (PA), peso dos componentes (PC) e os percentuais da casca (%), assim como para a média de produção (PR) realizada na etapa 6.

Para os dados de Gravidade Específica (GE), realizou-se o esquema adotado nas demais etapas, ou seja, 4 tratamentos com 6 repetições e dentro de cada tratamento o esquema de 6 tratamentos e 2 repetições.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Uso eficiente de energia elétrica

Nesta análise, foram considerados os parâmetros básicos relativos ao uso de energia elétrica por equipamentos e dispositivos elétricos; quais sejam a Demanda Máxima Registrada em kW, o Consumo de Energia Elétrica em kWh e o Fator de Potência. Para a Demanda e Consumo, as referências são a média diária para um mês e média mensal para o período de duração da pesquisa; o Fator de Potência foi analisado apenas para fins de enquadramento na legislação vigente.

6.1.1. Demanda

A Tabela 8 mostra as médias da demanda máxima das lâmpadas durante os meses de realização da pesquisa.

Tabela 8 – Médias mensais da demanda máxima para diferentes tecnologias de lâmpadas.

	PL23 W	Sódio 70W	Mercúrio 125W	Incandescente
Julho	296	525	802	1243
Agosto	287	520	777	1200
Setembro	335	530	761	1162
Outubro	309	503	748	1160
Novembro	298	466	669	1100

A Figura 11 ilustra, para todos os meses de duração da pesquisa, o resultado da demanda média mensal das tecnologias usadas, isto é filamento (lâmpada incandescente) e alta intensidade de descarga (vapores de mercúrio e sódio e fluorescente compacta).

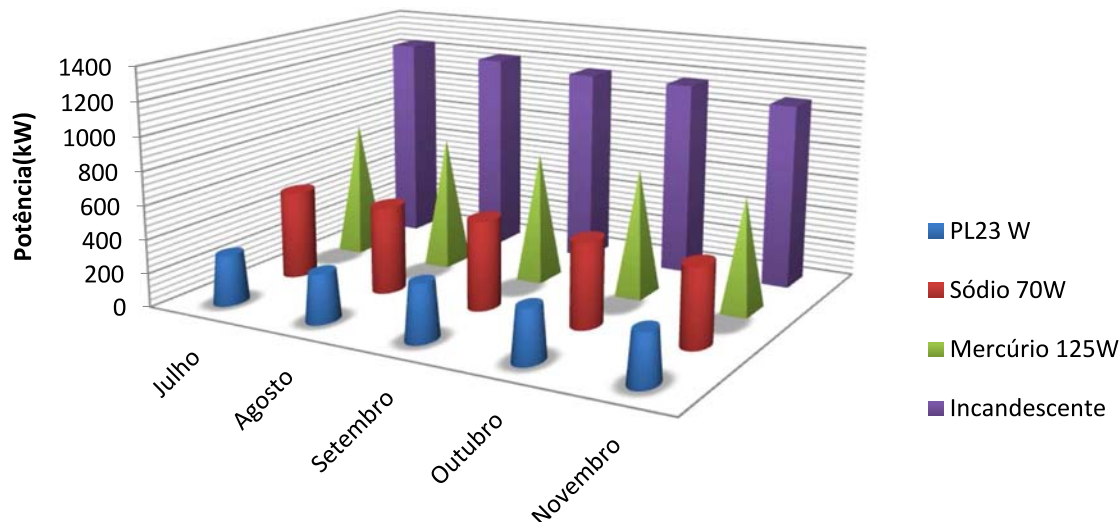


Figura 11 – Média mensal de todas as tecnologias utilizadas, referente à demanda máxima.

A demanda representa o consumo de energia dividido pelo tempo adotado na verificação, sendo utilizado para fins de faturamento e considerando-se intervalos de tempo de 15min para cada medição.

Conforme era de se esperar, as lâmpadas incandescentes apresentaram maior demanda, o que representou também um maior consumo e, conseqüentemente, um maior custo. Isto ocorre porque estas lâmpadas transformam a maior parte da energia que consomem em calor e apenas uma pequena parte (cerca de 10% da energia consumida) é transformada em energia luminosa.

As demais lâmpadas (Vapor de Mercúrio > Vapor de Sódio > Fluorescente compacta), nesta sequência, foram mais eficientes, ou seja, conseguiram uma maior proporção de conversão da energia elétrica em energia luminosa (nas lâmpadas de alta intensidade de descarga, a eficiência de conversão de energia elétrica em luminosa situa-se em média próximo de 47%).

Neste caso, como o objetivo principal foi a iluminação do galpão em níveis adequados para uma boa eficiência produtiva das aves, utilizando iluminação artificial, quanto maior a eficiência da lâmpada em termos de conversão de energia, mais indicada ela se torna. Uma lâmpada incandescente, por sua propriedade de geração de calor, poderia ser utilizada

dentro da criação de aves, nas fases que requerem maior demanda de calor, como a fase inicial.

Uma análise mais completa da lâmpada mais adequada deve considerar ainda outros fatores tais como, o iluminamento médio ou iluminância média nas regiões de interesse e a qualidade dos ovos produzidos com a utilização de cada uma destas tecnologias. Pelo exposto, no que se refere a qualidade dos ovos, não houve diferença estatística ($p>0,05$) para as diferentes tecnologias de lâmpadas, justificando a indicação da tecnologia PL como sendo a mais eficiente.

No que se refere à demanda média diária utilizada para um mês típico, novamente, as lâmpadas incandescentes apresentaram carga maior, enquanto as lâmpadas do tipo PL apresentaram menor carga para a rede elétrica. O comportamento da demanda foi muito semelhante para todos os tipos de lâmpadas usadas.

O caráter vantajoso a ser destacado é que as lâmpadas de menor potência são capazes de prover os mesmos níveis de iluminância exigidos pelas poedeiras que as lâmpadas de maior potência. Neste caso, as lâmpadas incandescentes seriam as menos indicadas, enquanto as do tipo PL são mais adequadas. O gráfico da Figura 12 ilustra a demanda de energia elétrica para um mês típico observado.

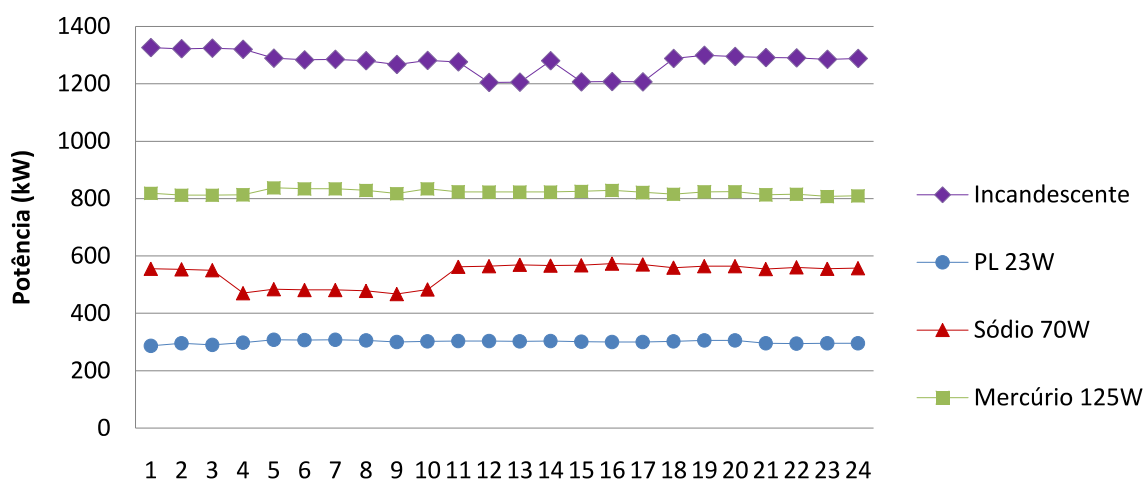


Figura 12 – Demanda solicitada pelas diferentes tecnologias de lâmpadas no período de 24 dias do mês de Julho de 2008.

Na Tabela 9 foram descritos os valores de redução da demanda máxima de energia dos tipos de lâmpadas da tecnologia de alta intensidade de descarga, em relação à demanda máxima da lâmpada de filamento Incandescente de 60W. Tem-se mais uma vez confirmado o melhor desempenho da lâmpada Fluorescente Compacta de 23W, seguida pela de Vapor de Sódio de 70W.

Tabela 9 – Redução (percentual) da demanda máxima de energia elétrica em relação à testemunha para os meses de pesquisa.

Meses	Vapor de Sódio de 70W %	Vapor de Mercúrio de 125W %	Fluorescente compacta 23W %
Julho	57,35	37,05	76,82
Agosto	54,40	34,84	72,16
Setembro	53,15	34,62	72,21
Outubro	51,25	26,52	70,41
Novembro	54,52	35,97	77,22
Média	54,14	33,80	73,76

Este parâmetro é de extrema importância no contexto da estrutura tarifária vigente e do contrato de fornecimento de energia elétrica da propriedade com a concessionária distribuidora de energia elétrica.

Com a redução da Demanda Máxima, o produtor pode solicitar revisão do valor, para baixo, de sua Demanda Contratada, possibilitando redução do custo do uso da energia elétrica pela ótica da Demanda Faturada.

Em relação à temperatura de cor, as lâmpadas incandescentes se aproximaram muito das lâmpadas PL com 2800° K e 2700° K, respectivamente, estando as duas próximas do espectro visível do infravermelho, semelhança também encontrada na lâmpada a vapor de sódio com temperatura de cor de 2000° K.

No que se refere às tecnologias e tipos de lâmpadas usadas, não houve diferença em relação ao tipo utilizado, mas houve diferença quando analisada a quantidade de fluxo luminoso oferecida às aves, como observado no capítulo de resultados de parâmetros zootécnicos. Isto afetou diretamente a qualidade dos ovos; ou seja, quanto maior o fluxo luminoso, pior o peso e menor a produção de ovos.

6.1.2. Fator de potência

A potência elétrica em um sistema apresenta componentes ativos e reativos. De modo geral, pode-se dizer que as potências ativas estão diretamente relacionadas ao trabalho realizado, enquanto as potências reativas estão relacionadas aos campos magnéticos existentes nos equipamentos elétricos. Quanto mais próximo de um (1,0) estiver o fator de potência, melhor o aproveitamento da energia consumida.

A Tabela 10 mostra as médias encontradas para fator de potência durante os meses de realização da pesquisa.

Tabela 10 – Médias do fator de potência para as diferentes tecnologias de lâmpadas.

	PL23 W	Sódio 70W	Mercúrio 125W	Incandescente
Julho	0,55	0,86	0,88	0,99
Agosto	0,56	0,83	0,88	0,99
Setembro	0,62	0,83	0,87	0,99
Outubro	0,61	0,83	0,88	0,99
Novembro	0,55	0,83	0,87	0,98

Lâmpadas incandescentes podem ser consideradas puramente resistivas, já que não possuem o campo magnético como elemento fundamental de seu princípio de funcionamento e sim um filamento mecânico de níquel-cromo. As demais, principalmente as do tipo fluorescente compacta, apresentam em suas estruturas componentes reativos capacitivos, ou indutivos se houver correção do fator de potência no próprio reator, tais como os reatores eletrônicos, os quais são responsáveis pelo consumo de energia reativa e, conseqüentemente, apresentam fator de potência menor. A Figura 13 mostra o comportamento do fator de potência durante os meses de pesquisa.

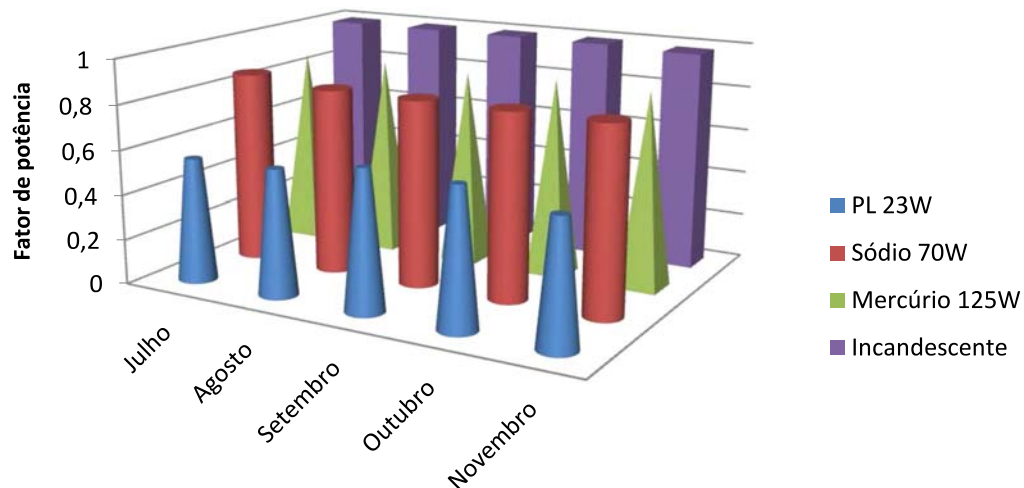


Figura 13 - Comportamento mensal do Fator de Potência das diferentes tecnologias de lâmpadas utilizadas.

A energia total consumida pelas cargas (neste caso, de iluminação) é a soma das energias ativas e reativas. A energia fornecida pela concessionária, quando chega ao consumidor pode ser consumida na forma de energia ativa e reativa.

Como a energia efetivamente utilizada na realização de trabalho é a energia ativa, a energia reativa é considerada para fazer surgir e manter o campo magnético de equipamentos dos consumidores, sendo de interesse para a concessionária que as cargas de consumo apresentem um alto fator de potência, ou seja, próximo de um (1,0).

A atual legislação da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) considera fator de potência mínimo de 0,92 para unidades consumidoras com tal medição.

No caso específico, através da Figura 13, observa-se que as lâmpadas da tecnologia de alta intensidade de descarga apresentam fatores de potência abaixo do permitido, significando que análise técnica adequada deve ser realizada na(s) propriedade(s) que adotarem alternativas com fatores de potência abaixo de 0,92; ou seja, adoção de correção de fator de potência.

Desta forma, os custos de geração podem ser diminuídos à medida que a parcela de energia reativa fornecida diminui. Para consumidores industriais, existem tarifas e cobranças específicas sobre a energia reativa consumida, a qual não existe para consumidores residenciais e comerciais.

6.1.3 Consumo de energia elétrica

O consumo representa a potência de energia elétrica que foi utilizada durante um determinado intervalo de tempo considerado para análises de faturamento e que será paga à concessionária. Aqui, puderam-se avaliar os custos representativos e relativos de cada tecnologia de iluminação utilizada. A Figura 14 mostra o consumo médio diário para o mês de Julho para as lâmpadas usadas na pesquisa.

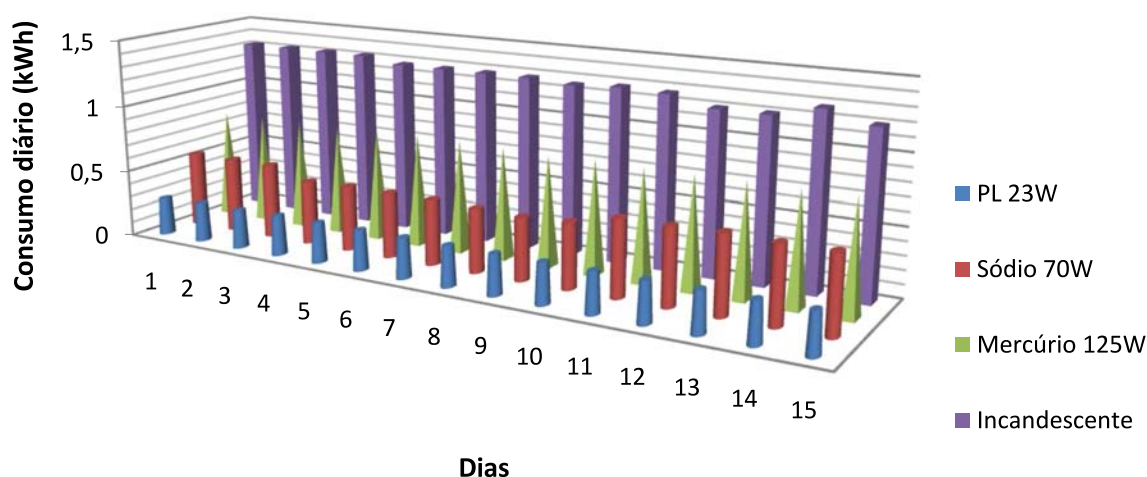


Figura 14 - Média diária de consumo de energia elétrica em kWh das diferentes tecnologias de lâmpadas no mês de Julho.

Observa-se que o maior consumo, proporcionado pelas lâmpadas incandescentes, é cerca de 7 vezes maior que o menor consumo, conseguido das lâmpadas do tipo fluorescente compacta.

Este comportamento assemelhasse ao da demanda diária de energia elétrica, pois o intervalo de tempo de acionamento de todos os tratamentos e tipos de lâmpadas era o mesmo.

Dependendo do percentual que a iluminação dos galpões representa no total do consumo de energia elétrica, a utilização de lâmpadas de menor consumo representa economia considerável em termos de gastos com a energia elétrica.

A Tabela 11 mostra as medias de consumo medio mensal de energia elétrica para as diferentes tecnologias de lâmpadas utilizadas.

Tabela 11 – Medias de consumo mensal de energia elétrica pelas diferentes tecnologias de lâmpadas.

	PL 23W	Sódio 70W	Mercúrio 125W	Incandescente
Julho	0,29	0,5	0,81	1,27
Agosto	0,3	0,52	0,81	1,13
Setembro	0,33	0,53	0,8	1,11
Outubro	0,31	0,5	0,81	1,18
Novembro	0,27	0,46	0,75	1,09

A Figura 15 ilustra o consumo médio mensal de energia elétrica para os tipos de lâmpadas usadas e para o período de julho a dezembro de 2008.

Novamente, verificou-se comportamento gráfico praticamente igual para todas as lâmpadas, mas em termos quantitativos, a lâmpada fluorescente compacta proporcionou o menor consumo médio em todos os meses relativamente às demais.

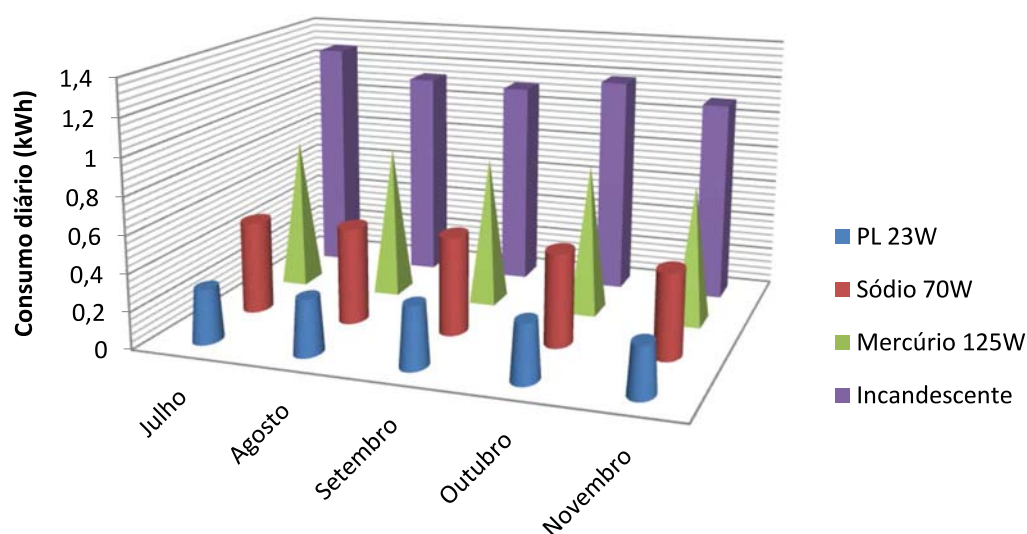


Figura 15 – Consumo médio mensal para todos os meses de duração da pesquisa.

A Tabela 12 apresenta os valores de redução do consumo de energia das tecnologias, em relação ao consumo da lâmpada de filamento incandescente de 60W. Nota-se que as lâmpadas Fluorescente compacta de 23W e Vapor de Sódio de 70W apresentaram os melhores resultados.

Tabela 12 – Redução do consumo de energia elétrica em relação à testemunha para os meses de pesquisa.

Meses	Vapor de Sódio de 70W (%)	Vapor de Mercúrio de 125W (%)	Fluorescente compacta de 23W (%)
Julho	56,65	33,89	75,30
Agosto	51,49	27,71	74,40
Setembro	49,76	28,01	68,44
Outubro	50,85	27,29	70,06
Novembro	51,71	30,25	74,58
Média	52,09	29,43	72,56

Em termos percentuais e em relação à testemunha (lâmpada incandescente), a redução no consumo de energia estabelecido pela lâmpada fluorescente compacta foi de 72,56%. Indubitavelmente, se adotado tal tipo de lâmpada em todos os galpões de produção desta e de outras propriedades semelhantes, haverá substancial redução no custo da energia elétrica relativo ao uso da iluminação artificial, pela ótica do Consumo Faturado.

6.2. Parâmetros climáticos

6.2.1. Temperatura ambiente

De acordo com a metodologia descrita, os dados de temperatura foram coletados durante 24 horas e suas médias comparadas de acordo com os tratamentos (Incandescente, PL 23W, Sódio 70W e Mercúrio 125W). Houve tendência de elevação da temperatura a partir das 08h00min atingindo valores máximos em torno das 14h00min (considerado o período crítico de elevação), ultrapassando a média (25°C) para os meses mais quentes.

A Figura 16 apresenta as médias de temperatura do ar medidas durante os meses (24h) de realização de coleta de dados.

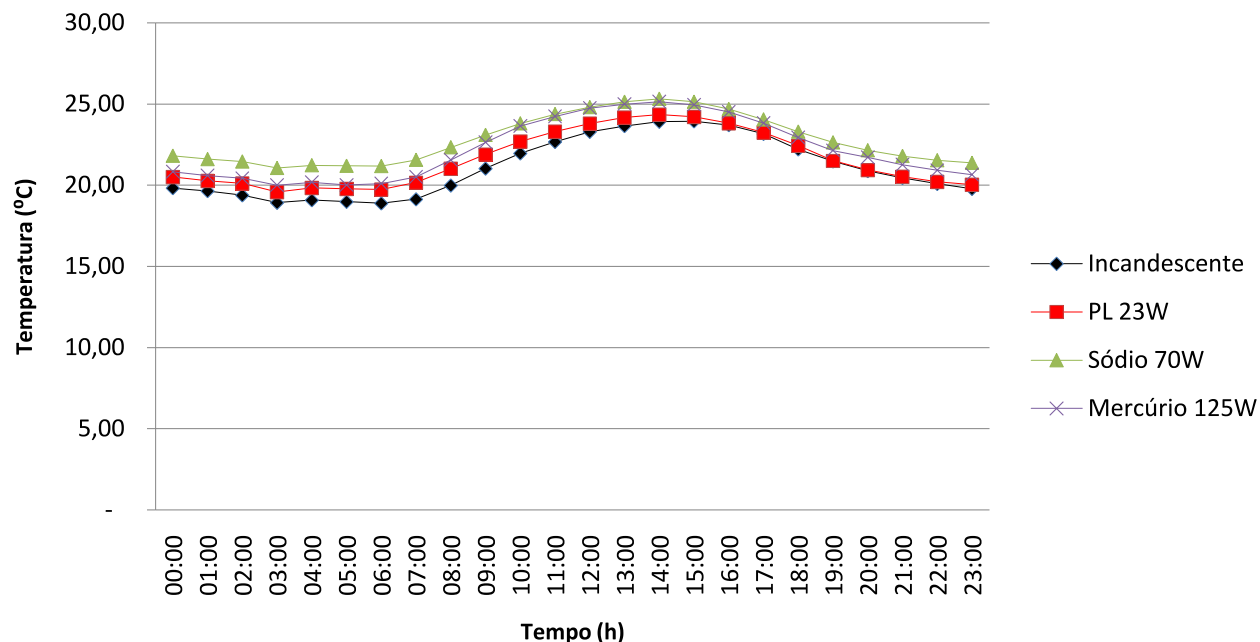


Figura 16 – Comportamento da temperatura média do ar em função do tempo.

Houve um aumento da temperatura do ar com o passar dos meses e das estações do ano.

No mês de agosto, a temperatura não ultrapassou os 25°C em nenhum horário, considerando que seria final de inverno, a média ficou abaixo da média mensal de máxima para a região de 27,1°C, contrariando em determinados horários o mês de julho que pelos dados médios encontrados (CEPAGRI, 2009), o pico atingiu 25°C nos horários das 13 e 14h00min, que por sua vez ficou acima da média máxima para o mês em questão que é de 24,7°C.

O mês de setembro, que sinaliza o final do inverno e início da primavera, não registrou temperatura máxima acima dos 25°C, assemelhando-se ao mês de agosto. Em contraposição, ao observar-se o mês considerado mais quente para o período da pesquisa, ou seja, dezembro, os dados de temperatura permaneceram maior período de tempo acima de 25°C, observando-se o intervalo entre 10h00min e 17h00min. No entanto, em nenhum horário as temperaturas atingiram a máxima da região para tal mês que é de 29,2°C.

É importante justificar que, pelos dados apresentados, a temperatura máxima não atingiu, em nenhum momento, valores considerados índices críticos de desconforto para poedeiras. Segundo MOURA (2001), esta temperatura de desconforto é em média de 32°C.

Tal fato deve-se aos esforços do produtor em minimizar ao máximo os efeitos da radiação solar incidente nos galpões e das técnicas de aspersão na cobertura, devendo-se levar em consideração a altura de pé-direito das instalações e o uso dos exaustores e lanternim.

A temperatura é um fator limitante à atividade, porém não se deve analisar ou tomar como parâmetro de avaliação ambiental apenas seus valores, pois as interações com a umidade relativa devem ser consideradas; como o cálculo do índice de temperatura e umidade.

Em relação às tecnologias e tipos de lâmpadas analisadas nesta pesquisa, observou-se que a produção de calor pelas mesmas não exerceram praticamente nenhuma influência nos dados de temperatura. Isto foi confirmado examinando-se os dados de temperatura na linha de implantação das lâmpadas incandescentes, considerando que são as únicas que emitem grande parte de sua energia na forma de calor.

Tais dados revelaram temperaturas diferentes ao longo de todo o dia para ambos os corredores do galpão. Pela Figura 16, percebe-se uma curva de variação da temperatura e uma ordem na elevação da mesma em função dos corredores analisados.

O tratamento incandescente, implantado com tecnologias de lâmpadas de filamento, iniciou o dia com temperaturas abaixo dos 20°C em contraposição ao tratamento com a lâmpada fria de vapor de sódio, que iniciou o dia com temperatura média em torno dos 22°C.

Tal variação foi percebida ao longo de todo o dia e ao longo de todos os meses de pesquisa e justifica-se pela caracterização do galpão, ou seja, o tratamento incandescente ficou localizado ao lado do corredor inicial, no qual localizava-se as janelas com aberturas para entrada do ar frio. À medida que se percorre lateralmente o galpão, a temperatura eleva-se e atinge o pico máximo no tratamento sódio, iniciando novamente queda nos dados de temperatura do ar no tratamento mercúrio, pois no corredor deste tratamento há exaustores, além de estar do lado oposto do corredor da lâmpada de filamento, justificando a presença de um bolsão de ar quente nas imediações do tratamento 3 de gaiolas.

Mesmo com alterações nos dados ao longo da instalação, não se observou horário crítico em nenhum corredor onde foi realizada a pesquisa, considerando que a temperatura máxima atingiu 26,37°C no mês de dezembro e no tratamento com lâmpada de Vapor de Sódio.

Em função das variações de temperatura ao longo da instalação, não houve alterações no que se refere ao desempenho produtivo das aves e nem discrepâncias em relação aos

resultados posteriores de ITU. Porém, é importante observar estas alterações e avaliar ao longo de todo o sistema de produção as consequências destas alterações nos dados.

FARIA et al., (2001) realizaram pesquisa com poedeiras comerciais submetidas a diferentes temperaturas, considerando faixas de zona termoneutra e faixas de estresse contínuo. Dentro da faixa termoneutra considerada pelos autores, de 24,8 a 27°C, pode-se considerar que todos os tratamentos desta pesquisa mantiveram-se dentro da faixa de conforto para poedeiras.

A Tabela 13 apresenta os valores máximos e mínimos de temperaturas obtidas durante os meses de coleta das variáveis.

Tabela 13: Média dos dados de temperatura e valores de amplitudes térmicas ao longo do período de análise.

Variáveis	Tratamentos			
	Testemunho	PL 23W	Sódio 70W	Mercúrio 125W
Temperatura (°C)*	21,08 a	21,58 a	22,77 a	22,19 a
Temperatura máx (°C)	25,24	25,48	26,37	26,28
Temperatura mín (°C)	16,88	17,90	19,27	18,17
Amplitude térmica (°C)	8,36	7,58	7,1	8,11

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. CV= Coeficiente de variação.

*CV = 4,74.

Observou que as médias de temperatura e valores de amplitude térmica apresentaram mesmo comportamento quando comparado com os resultados apresentados na Figura 16. Portanto, também houve aumento da temperatura no terceiro tratamento com. formação de um bolsão de ar quente, retido neste corredor, ficando mais acentuado a redução na amplitude térmica em relação aos demais tratamentos, o mesmo percebeu em relação à umidade relativa. Permanecendo o ar retido durante um período de tempo maior, a variação entre temperatura e umidade relativa neste local foi menor.

Em situações de temperaturas amenas, essa variação é compensada por uma provável manutenção da temperatura em relação aos demais tratamentos como pode ser visto na linha da temperatura mínima, onde houve uma variação do primeiro para o terceiro tratamento, em relação à temperatura mínima de 2,4°C. Em contrapartida, o gradiente em relação à

temperatura máxima ficou em 1,13°C, com tendência de retenção de calor no tratamento 3 e uma maior dificuldade de resfriamento, resultando em uma inexpressiva ação dos exaustores neste local.

Em relação a todos os tratamentos (Tabela 13) não houve diferença significativa a ($P>0,05$) pelo teste de Tukey, no que se refere a temperatura do ar.

6.2.2. Umidade relativa do ar

Para análise da umidade relativa do ar, os seus dados foram coletados no mesmo instante aos da temperatura e utilizados para interpretação posterior do ITU.

A Figura 17 apresenta os dados médios de umidade relativa coletados durante os meses da pesquisa e os meses isolados em suas médias diárias conforme o ANEXO C .

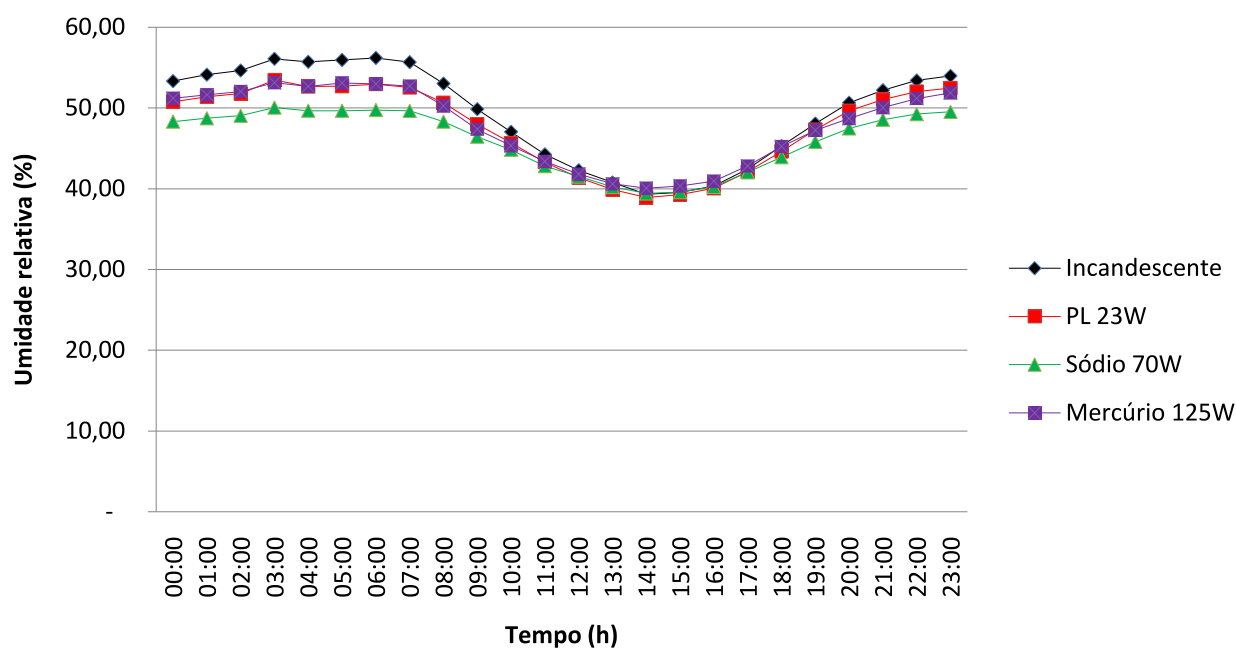


Figura 17 – Comportamento das medias de umidade relativa do ar em função do tempo.

Observou-se na Figura 17 que os dados de umidade relativa atingiram os níveis mais baixos nos horários entre 14h00min e 15h00min, inversamente, aos valores encontrados de temperaturas do ar nos tratamentos.

Conforme análise isolada dos dados de temperatura, notou-se a mesma tendência dos tratamentos, onde o tratamento I começou com maiores índices e o tratamento III com os

níveis mais críticos. Porém, o tratamento 3 possui menor capacidade de perda evaporativa nos horários mais críticos, atingindo médias superiores as encontradas no tratamento 2, constituindo-se o tratamento 3 como o tratamento que atingiu as piores médias.

De acordo com os valores isolados de umidade relativa do ar obtidos nos meses de pesquisa, houve um período crítico no mês de julho, com uma melhora nos meses seguintes.

Em se tratando da análise em conjunto da temperatura e umidade relativa do ar, ambos, não atingiram níveis críticos e a umidade atingiu valores mínimos em longos períodos durante os meses. É importante levar em consideração que estes níveis influenciaram negativamente no ITU.

Os tratamentos 2 e 4 apresentaram comportamento semelhante, tanto na média mínima quanto na máxima, em consequência do já explicitado nos dados de temperatura, quanto as aberturas laterais e a formação do bolsão e retenção da temperatura e umidade no tratamento 3.

Com relação ao conforto térmico verificou-se que houve diferença, entre as médias de umidade relativa nos tratamentos, o que pode explicar o bom desempenho das poedeiras. Porém, deve ser considerado que outras variáveis importantes para o bem-estar das poedeiras podem ser diretamente influenciadas pela umidade relativa.

Os níveis de umidade relativa apresentados por esta pesquisa encontram-se em sua grande maioria, abaixo dos recomendados.

DONALD (1998) recomendou para uma boa produção de aves uma faixa entre 50 e 60% de umidade relativa. Já MACARI (1996) indicou valores entre 65 e 70% de umidade relativa. Os autores SAINBURY (1971), CLARK (1981) e YOUSEF (1985), citados por JACOME et al.; (2007), consideram como valores adequados de umidade relativa variações entre 50 e 75%. Todas as questões relacionadas à umidade relativa devem ser consideradas quando em conjunto principalmente com a temperatura do ar, porém outras variáveis devem ser levadas em consideração, tais como: região, radiação solar, precipitação, velocidade do vento, etc.

De acordo com o que foi apresentado, foram poucos os períodos durante o intervalo de realização que a umidade relativa atingiu os valores ideais preconizados pela literatura. É importante salientar que tais índices críticos não foram constatados por desconforto das aves.

Na Tabela 14 foram descritos as médias de umidade relativa, assim como as médias de máxima e mínima e de amplitude.

Tabela 14: Média dos dados de umidade relativa máxima e mínima e valores de amplitude ao longo do período de análise.

Variáveis	Tratamentos			
	Testemunho	PL 23W	Sódio 70W	Mercúrio 125W
Umidade Relativa (%)*	49,33 a	47,64 a	46,03 a	47,76 a
Umidade máx (%)	59,36	57,10	53,05	56,36
Umidade mín (%)	30,67	30,32	31,16	31,83
Amplitude umidade (%)	28,69	26,78	21,89	24,53

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. CV= Coeficiente de variação. *CV = 8,49.

Com relação à umidade relativa, não houve diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Percebe-se redução no nível máximo de umidade relativa no tratamento 3 (53,05%) em relação aos tratamentos 1 e 2, que apresentaram médias de 59,36 e 57,10% respectivamente. Tal fato pode ser explicado pela redução da temperatura no mesmo local.

Considerando o nível mínimo, verificou-se um aumento no nível nos tratamentos 3 e 4, respectivamente, inversamente proporcionais aos níveis apresentados pelos tratamentos 1 e 2, provavelmente com a entrada do ar mais frio nas proximidades dos tratamentos 1 e 2.

O ar frio empurra o ar quente ao longo da instalação, baixando os níveis dos tratamentos iniciais ao longo do dia, justamente nos horários de maior elevação de temperatura. O fato da UR se manter maior nos tratamentos 3 e 4 é naturalmente percebido com a formação do bolsão descrito anteriormente.

Notou-se uma elevação da umidade relativa no tratamento 4, atingindo a média máxima de 56,36% e mínima de 31,83%, notoriamente devido a atividade dos exaustores nas proximidades deste tratamento exercerem papel fundamental na sucção do ar quente.

Quando se trata da amplitude térmica, a menor variação ocorreu no tratamento 3, em função da maior retenção de umidade relativa e dos maiores níveis de temperatura ambiente, apresentando, assim, este local uma menor capacidade de perda tanto nos níveis de temperatura do ar como da umidade relativa. Consideráveis níveis de amplitude térmica foram

alcançados entre o tratamento 1 e o tratamento 3, ficando com 6,8% de variação na amplitude de umidade relativa.

6.2.3 Índice de Temperatura e umidade - ITU

Os índices de ITU foram analisados após coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar conforme Figura 18. De acordo com estes dados, pode-se perceber tendência de elevação em conformes a partir das 07h00min da manhã e uma grande acentuação nos horários mais críticos do dia, considerados estes entre as 10h00min e 17h00min.

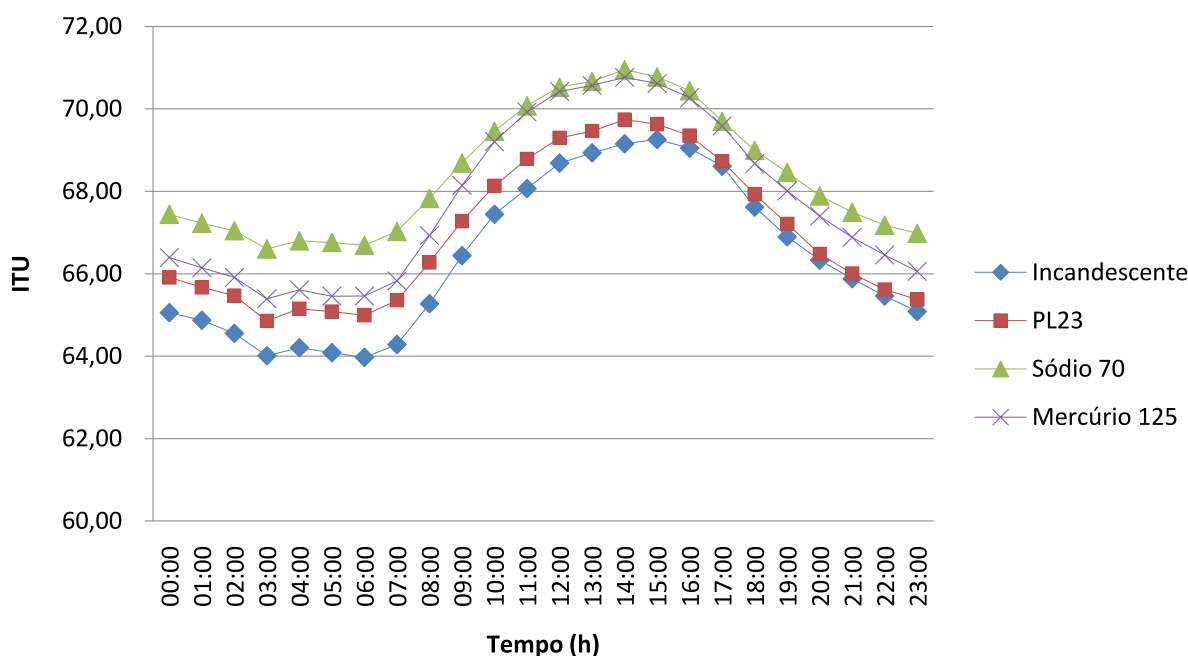


Figura 18 – Comportamento dos dados do índice de temperatura e umidade relativa do ar em função do tempo.

De acordo com as interações ambientais que ocorrem em um determinado período e em uma determinada localização foi possível avaliar nestas condições o índice de temperatura e umidade, às quais as aves poedeiras foram submetidas.

Justifica-se na avaliação o uso do ITU para estas condições em função das adaptações construtivas e conceptivas adotadas pelo produtor para tal finalidade.

No Brasil, grande parte dos produtores de aves de postura comercial ainda utiliza instalações antigas e um reaproveitamento de benfeitorias existentes na propriedade, tal como

o aproveitamento de instalações para aves de corte e suínos, não ocorrendo um grande investimento em tecnologias para aves de postura.

Nestas condições, as influências da carga térmica radiante, da radiação exterior e da circunvizinhança tornam os cálculos do ITGU mais relevantes.

Em relação aos dados obtidos neste trabalho, percebe-se semelhança entre os tratamentos no que se refere a temperatura do ar, umidade relativa e do ITU relacionados as elevações nos dados.

O que torna mais evidente e diferencia o ITU dos demais dados ambientais é a discrepância entre os tratamentos, mais evidenciada entre os tratamentos 1 e 4. Enquanto no tratamento 1, o ITU iniciou o dia com médias de 65, o tratamento 4 iniciou com médias próximas de 68. É notória a diferença das médias ao longo do dia, uma vez que o ITU atingiu seu pico por volta das 14h00min para todos os tratamentos, porém os limites foram bem diferenciados, variando entre 69 no tratamento 1 e 71 no tratamento 3. Todavia, em se tratando de níveis críticos, nenhum tratamento em suas médias atingiu índices considerados prejudiciais a produção.

Cabe ressaltar que os valores de temperatura do ar, em nenhum momento ultrapassaram 27°C e, mesmo com esses dados isolados que proporcionariam uma condição de conforto térmico às aves, os índices de ITU atingiram um patamar de alerta segundo alguns autores.

Para ROSEMBERGER et al., (1983) um ITU entre 79 e 84 classifica uma situação de perigo, dados bem distantes dos apresentados por esta pesquisa. DU PREEZ et al. (1990), mostraram em suas pesquisas um ITU de até 70 como índice normal, devendo-se a partir de 71 manter um nível de alerta.

Pelos dados apresentados, nenhum tratamento desta pesquisa atingiu o índice de alerta, considerado pelo autor, no que se refere as medias dos meses de pesquisa.

Porém ao observar os dados isolados mensalmente como exposto no ANEXO C, notou-se um sobressalto no índice do ITU a partir do mês de outubro, quando os tratamentos 3 e 4 ultrapassaram o índice de 71 no período das 11h00min às 16h00min. Os tratamentos 1 e 2 permaneceram dentro dos limites considerados normais. Ao se analisar os índices do mês de novembro, percebe-se que o ITU atingiu o nível de 71 nos tratamentos 2, 3 e 4, permanecendo apenas o tratamento 1 em condições normais e para o mês de dezembro, todos os tratamentos

apresentaram índices acima de 71, atingindo pico de 73 para o tratamento 3 no horário das 14h00min.

O mês de julho caracterizou-se por índices baixos de ITU, com temperaturas amenas, porém com níveis considerados baixos de umidade relativa. No decorrer dos meses, a temperatura se elevou, assim como os níveis de umidade relativa, considerados ainda baixos. No entanto, capazes de elevar o índice de temperatura e umidade a níveis de alerta de acordo DU PREEZ et al. (1990).

ARMSTRONG, (1994) considerou estressantes os valores de ITU acima de 75. Dentro desta categoria nenhum tratamento desta pesquisa, em qualquer horário ou mês, atingiu níveis considerados estressantes. É importante considerar os níveis baixos da umidade relativa do ar, para possíveis melhorias no sistema de ventilação ou adoção de um sistema de nebulização.

Com relação às variações do ITU entre os tratamentos, verificou-se, de acordo com a Tabela 15, que houve diferença ($P < 0,05$) considerando-se os meses de realização da pesquisa.

Tabela 15 – Valores de ITU mensal submetidos à análise de variância

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Incandescente	64,41 b	65,07 c	65,17 b	67,66 b	67,90 c	68,01 b
PL 23	65,09 ab	65,97 bc	65,87 ab	68,10 ab	68,45 bc	68,45 ab
Sódio 70	66,47 a	67,42 a	67,28 a	69,48 a	69,93 a	69,80 a
Mercúrio 125	65,98 ab	66,69 ab	66,42 ab	68,83 ab	69,40 ab	69,16 ab
CV (%)	3,32	2,42	2,94	2,32	2,47	2,73
F	4,246**	9,360**	5,046**	6,097**	6,932**	4,216**

As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$). CV – Coeficiente de variação.

Pelos dados apresentados para o mês de julho, confirma-se a discrepância dos valores em relação aos tratamentos 1 e 3, onde houve diferença ($P < 0,01$). Porém, para esta avaliação, nenhum dos níveis atingiu o valor considerado de alerta e tal fato explica-se pela elevação da temperatura e retenção da umidade relativa do ar neste local.

Para o mês de agosto, percebeu-se diferença ($P < 0,01$), onde o tratamento 1 e 2 diferiram estatisticamente dos tratamentos 3 e 4, apresentando uma maior homogeneidade das amostras em relação ao mês de julho, uma vez que o coeficiente de variação foi menor para o mês de agosto.

Para o mês de setembro, as análises revelaram semelhanças com o mês de julho, onde o tratamento 3 se diferenciou do tratamento 1, porém não foi diferente estatisticamente ($P>0,01$) em relação aos tratamentos 2 e 4.

De acordo com o apresentado na Tabela 17, com relação ao mês de outubro, houve repetição nos resultados semelhantes aos meses anteriores referente aos tratamentos 1 e 3, que apresentaram diferença significativa ($P<0,01$), enquanto não houve diferença estatística entre os tratamentos 2, 3 e 4, assim como também não houve entre os tratamentos 1, 2 e 4 ($P>0,01$).

Para o mês de novembro, houve semelhança nos resultados em relação ao mês de agosto, onde se percebe diferença ($P<0,01$), em que o tratamento 1 e 2 diferiram estatisticamente dos tratamentos 3 e 4. Em se tratando do mês dezembro, os resultados foram semelhantes aos demonstrados para os meses de julho, setembro e outubro.

Com relação ao coeficiente de variação, o mês de outubro foi o que apresentou as médias mais próximas, demonstrando uma homogeneidade nos resultados; tal fato explica-se pela pequena variação para os dados de temperatura do ar e umidade relativa do mesmo.

6.3 Parâmetros Zootécnicos

6.3.1. 1ª Análise – Etapa 4

De acordo com as etapas e o cronograma descrito no capítulo da metodologia, a análise dos dados zootécnicos foi separada mensalmente em função das características avaliadas em cada uma delas. Os resultados estão expostos a seguir, em sequência de Tabelas e Figuras.

A Tabela 16 apresenta os dados avaliados no conjunto de tecnologias utilizadas e os parâmetros avaliados.

Tabela 16 – Medias dos tratamentos em relação ao peso do ovo (PO), peso da gema (PG), peso da casca (PC), peso do albúmen (PA) e percentagem da casca (Casca).

Tratamentos	PO (g)	PG (g)	PC (g)	PA (g)	Casca (%)
Incandescente	60,45 a	16,78 a	5,85 a	37,81 a	9,78 a
PL 23W	59,90 a	16,64 a	5,81 a	37,43 a	9,69 a
Sódio 70W	60,40 a	16,84 a	5,87 a	37,69 a	9,72 a
Mercúrio 125W	60,08 a	16,90 a	5,83 a	37,35 a	9,72 a
C.V (%)	2,01	2,41	2,17	2,05	1,58
F	0,1245 ns	0,2807 ns	0,1709 ns	0,2273 ns	0,1595 ns

ns não significativo ($p \geq 0,05$).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 16 em relação aos 4 tratamentos e o peso do ovo, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). Percebeu-se pelos dados uma grande semelhança entre as medias dos tratamentos e homogeneidade das parcelas em função do coeficiente de variação.

Segundo dados da HY-LINE (2008), as aves desta linhagem e na idade de realização desta análise, ou seja, as 56 semanas de idade deveriam pelo indicado estar com peso médio dos ovos de 62,6g. Pelo suposto nenhum tratamento atingiu a media de peso de ovo, ficando o tratamento 1 com 60,45g, seguido do tratamento 3 com 60,40g, o tratamento 4 com 60,08g e o tratamento 2 com 59,90g de peso médio.

É importante ressaltar que os índices bioclimáticos para o mês de outubro não atingiram níveis críticos, uma vez que a temperatura ambiente não ultrapassou 25°C, quando o indicado para a linhagem Hy-line W36 é um limite de 27°C. O ITU também não demonstrou alterações em seus dados, o que não justifica a baixa na media do ovo para os tratamentos avaliados.

Segundo ETCHES (1996), o peso do ovo pode ser influenciado por vários fatores como a qualidade da ração, genética, peso e idade da galinha, assim como pelo programa

de iluminação fornecido, não podendo afirmar com clareza que a redução ao nível de 3% em média no peso dos ovos apresentados por esta pesquisa seja resultado negativo da influência das tecnologias utilizadas, uma vez que o tratamento testemunho também apresentou redução em suas médias.

Reduções de 2% no peso dos ovos e 3% na massa de ovos foram reportadas por BOUGON e JOLY (1990), citados por JACKSON e DALIBARD (1995), trabalhando com rações de baixo nível de digestibilidade, apesar de não ser objetivo da presente pesquisa, a redução de 2% coincide com os resultados apresentados por estes autores.

FREITAS et al., (2005) trabalhando com diferentes programas de iluminação artificial afirmaram que o peso dos ovos não foi influenciado ($P>0,05$) pelos programas de iluminação. Peso semelhante foi registrado nos ovos das aves que receberam iluminação contínua, intermitente e somente iluminação natural. NYS e MONGIN (1981), SAUVEUR e MONGIN (1983) E MORRIS (1988), afirmam que o peso dos ovos aumenta com a diminuição do ciclo luminoso, o que não foi observado para esta análise em particular, uma vez que os níveis de iluminância não foram avaliados.

KOELKEBECK (1986), LEWIS e PERRY (1990) e CHARLES e TUCKER (1993), afirmam não haver diferença entre o peso dos ovos de aves que se encontram sob fotoperíodo contínuo quando comparadas com o das que estão sob fotoperíodo intermitente, tal afirmação se assemelha aos dados apresentados neste trabalho.

As análises do peso da gema, peso da casca, peso do albúmen e percentagem da casca seguiram a mesma tendência da análise de peso do ovo e nenhuma variável apresentou diferença estatística ($P>0,05$).

Já o coeficiente de variação comportou-se de forma homogênea entre as variáveis e considerado baixo, de forma que a análise de peso dos ovos mostrou-se mais semelhante quanto aos dados e as repetições de peso da gema as que apresentaram maior distanciamento entre os valores.

Os valores relacionados às alturas das prateleiras e a primeira análise de quantificação de lux e sua relação com a qualidade dos ovos estão descritos na Tabela 17. Pelos dados apresentados de acordo com cada tecnologia utilizada e suas variáveis observou-se uma tendência de redução de peso do ovo quando se alteram os níveis de iluminância.

À medida que os níveis de iluminância sobem o peso do ovo cai, de acordo com a análise de variância. No tratamento 1, utilizando lâmpadas incandescentes a uma altura considerada baixa com uma iluminância de 7 lux, os ovos apresentaram uma média de

62,39g estando próximo com os dados apresentados para a linhagem Hy-Line que indica um peso médio de 62,6g com 56 semanas (HY-LINE, 2008). O peso do ovo caiu 4,35% em relação às variáveis de altura B e M, apresentando diferença estatística ($P<0,01$) entre a 1ª e 2ª altura, não havendo nenhuma diferença entre os ovos de aves mantidas entre 9 e 27 lux ($P<0,01$).

O peso da gema não se alterou entre nenhuma altura, não havendo diferença estatística entre as variáveis avaliadas ($P>0,01$) com relação ao tratamento 1, utilizando lâmpadas incandescentes, os dados demonstram não haver uma correlação fechada entre o peso do ovo e o peso da gema, uma vez que se trata de um óvulo, não ocorrendo grandes alterações com seu volume em relação ao peso total do ovo, estando este fato mais ligado ao fator genético e outras variáveis consideráveis.

O peso da casca apresentou a mesma sequência de distorção entre as alturas relacionadas ao peso do ovo, quando seu peso foi reduzido em relação ao aumento da iluminância, havendo diferença ($P<0,05$) entre as alturas B em relação à altura M e altura A. Houve uma redução no peso da casca de 6,76% entre as alturas B e A.

O peso do albúmen apresentou significância ($P<0,01$), reduzindo o peso em relação às alturas, ficando 4,87% menor entre a altura B e a altura M e 5,58% menor entre os níveis B e A, que apresentaram 7 e 27 lux, respectivamente. SKOUGLUND et al. (1975) afirmaram que a iluminância mínima necessária para a máxima produção de ovos em poedeiras é 5,38 lux em galpões fechados, tais dados apresentados nesta primeira avaliação entram em consonância com os apresentados pelos autores, uma vez que aves expostas a uma menor iluminância apresentaram ovos mais pesados, com maior peso de casca e albúmen.

O coeficiente de variação revelou uma grande homogeneidade entre os dados de peso do ovo e peso do albúmen, mostrando um maior distanciamento para as medias de peso da casca e peso da gema.

A percentagem de casca para o tratamento 1 não mostrou níveis de significância ($P>0,05$) entre as alturas avaliadas, divergindo do peso da casca que mostrou diferenças significativas entre as alturas.

Tabela 17 – Peso do ovo (PO), Peso da gema (PG), peso da casca (PC), peso do albúmen (PA) e percentagem da casca (Casca) de ovos submetidos a diferentes níveis de iluminação e tecnologias de lâmpadas.

Altura/Lux	PO (g)	PG (g)	PC (g)	PA (g)	Casca (%)
Incandescente (Tratamento 1)					
B/7	62,39 a	17,11 a	6,21 a	39,07 a	9,78 a
M/9	59,67 b	16,74 a	5,76 b	37,17 b	9,69 a
A/27	59,31 b	16,63 a	5,79 b	36,89 b	9,72 a
C.V (%)	0,56	1,41	1,70	0,52	1,58
F	48,786**	2,245 ns	12,493*	72.640**	0,159 ns
PL 23W (Tratamento 2)					
B/4	60,19 a	16,99 a	5,78 a	37,41 b	9,62 b
M/7	60,57 a	16,67 ab	5,73 a	38,16 a	9,47 b
A/43	58,95 b	16,28 b	5,93 a	36,72 c	10,07 a
C.V (%)	0,26	0,68	1,27	0,35	0,84
F	55.210**	19.551*	3.963 ns	60.314**	28.676*
Sódio 70W (tratamento 3)					
B/20	62,17 a	17,38 a	6,09 a	38,68 a	9,80 a
M/40	59,75 b	16,72 b	5,77 b	37,26 b	9,66 a
A/80	59,30 b	16,42 b	5,75 b	37,13 b	9,70 a
C.V (%)	0,27	0,44	1,45	0,59	1,29
F	172.654**	86.142**	9.927 *	29.611*	0.661 ns
Mercúrio 125W (Tratamento 4)					
B/25	61,88 a	17,45 a	5,92 a	38,51 a	9,58 a
M/50	59,48 b	16,88 b	5,83 a	36,75 b	9,76 a
A/100	58,63 c	16,38 c	5,75 a	36,50 b	9,82 a
C.V (%)	0,15	0,56	2,03	0,77	1,68
F	622.080**	62.311**	1.023 ns	28.966*	1.158 ns

As medias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Com relação ao tratamento 2 e as alturas com diferentes níveis de iluminação os dados revelaram que não houve diferença estatística ($P > 0,01$) entre as alturas B e M, relacionadas ao peso do ovo, avaliando que as duas possuíam uma iluminação em lux bem próximas com 4 e 7 lux, respectivamente. Porém tais medias divergem da media encontrada para a altura A com 43 lux, onde houve uma redução no peso do ovo na ordem de 2,7%. Os dados do tratamento 2 estão semelhantes aos encontrados no tratamento 1.

Os dados apresentados para variável de peso da gema foram diferentes e apresentaram significância ($P < 0,05$). A altura B não apresentou diferença significativa entre a altura M, porém divergiu da altura A. As alturas M e A não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$).

JACOME et al. (2007) trabalhando com poedeiras comerciais semi-pesadas alojadas em diferentes sistemas de acondicionamento térmico não encontraram diferenças significativas para peso do ovo, peso da gema e peso do albúmen, os dados apresentados

pelos autores divergem com os encontrados nesta pesquisa, uma vez que encontrou-se diferenças significativas entre as alturas de acondicionamento das aves para a maioria das variáveis avaliadas.

Os valores apresentados para a análise de peso da casca demonstram que não houve nenhuma diferença ($P>0,05$) significativa entre as alturas relacionadas, divergindo dos resultados apresentados para o tratamento 1, porém se assemelhando aos dados de peso da casca mostrados para o tratamento 4, onde a iluminância não afetou a integridade da casca para a etapa 4.

Relacionando os valores do tratamento 3 percebeu-se semelhança entre os tratamentos 1 e 3 no que se refere ao peso do ovo, havendo diferença estatística ($P<0,05$) entre a altura B e M, onde as medias não mostraram níveis de significância relacionadas com a altura A. Percebe-se uma grande iluminância no tratamento 3 (20, 40 e 80 lux) utilizando a lâmpada vapor de sódio 70W, porém deve-se levar em consideração a temperatura de cor desta lâmpada e seu espectro visível mais próximo da capacidade de visualização de poedeiras que é maior que 320 nm, segundo ETCHES, (1994).

Em relação à diferença apresentada no peso dos ovos entre as alturas notou-se uma diminuição de 4,16% no peso comparando as alturas B e A. CARVALHO et al. (2007) realizaram pesquisa com diferentes linhagens de poedeiras comerciais com 60 semanas de idade e os resultados demonstraram media de peso do ovo de 59,27g. Para a linhagem Hy-Line W36 os dados apresentados por esta pesquisa, divergem da media informada pelo manual HY-LINE (2008) de 63,1 g.

As variáveis de peso da gema, peso da casca e peso do albúmen sofreram a mesma influência do peso do ovo, diferindo estatisticamente entre si ($P<0,05$). A percentagem de casca não apresentou diferenças significativas ($P>0,05$)

Para os dados apresentados para o tratamento 4, relativos ao peso do ovo e peso da gema, observou-se diferença significativa ($P<0,05$) entre as alturas, sendo que a altura B, diferiu da altura M e da altura A, sendo as duas diferentes entre si. O peso da casca não diferiu estatisticamente entre si. O peso do albúmen demonstrou diferença ($P<0,05$) entre a altura B, e as alturas M e A.

6.3.2. 2ª análise – Etapa 5

Na Tabela 18 estão os resultados da Análise de Variância da 2ª análise (de acordo com as etapas) do peso do ovo, peso da gema, peso da casca, peso do albúmen e percentagem da casca em relação aos tratamentos (Incandescente, PL 23W, Sódio 70W, Mercúrio 125W).

Tabela 18 – Peso do ovo (PO), peso da gema (PG), peso da casca (PC), peso do albúmen (PA) e percentagem da casca (%) de acordo com os tratamentos avaliados.

Tratamentos	PO (g)	PG (g)	PC (g)	(PA)	Casca (%)
Incandescente	59,70 a	17,05 ab	5,59 a	37,04 a	9,43 a
PL23W	59,69 a	16,87 ab	5,43 a	37,37 a	9,11 a
Sódio 70W	60,79 a	16,80 b	5,58 a	38,48 a	9,20 a
Mercúrio 125W	61,62 a	17,83 a	5,64 a	38,03 a	9,16 a
C.V (%)	2,98 ns	3,62*	3,00 ns	3,34 ns	2,41 ns

As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Semelhante aos dados apresentados na primeira análise para ao peso dos ovos, os dados representados entre os tratamentos não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$). O manual HY-LINE (2008) considerou para aves com 60 semanas (idade a qual avaliou-se esta etapa da pesquisa) peso médio dos ovos de 63,10g. Porém, sabe-se que o peso do ovo sofre influência de várias questões relacionadas a vida da ave.

IESNA (2001) realizou uma pesquisa em que a duração ótima da luz diária é de 14 h e que valores acima de 17 h diárias podem prejudicar a produção e o peso dos ovos, considerando que as aves submetidas a esta pesquisa foram condicionadas com programa de luz de 17h dia (natural + artificial), confirmam-se os dados pela redução no peso dos ovos de acordo com os tratamentos 1, 2, 3 e 4 na ordem de 5,38; 5,39; 3,66 e 2,34 %, respectivamente. Apesar da redução no peso do ovo, percebeu-se para as médias de todos as alturas uma menor redução no tratamento 4.

Os valores de peso da gema mostraram diferença significativa ($P < 0,05$) relacionada ao tratamento 4, diferindo apenas do tratamento 1. Também não houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos 1, 2 e 3.

Os dados apresentados para peso da casca, peso albúmen e percentagem da casca não diferiram estatisticamente entre si em nenhum dos tratamentos observados ($P > 0,05$). Os resultados foram condizentes com as análises realizadas na 1ª parte desta pesquisa, porém observou-se alteração no peso da casca em relação a idade das aves, entre 56 e 60

semanas o peso da casca reduziu seus níveis em 3,58%. Os dados entram em concordância com os apresentados por CARVALHO et al. (2007), que afirmaram que houve uma redução no peso da casca com o avançar da idade das aves, medida inversamente proporcional ao peso do ovo que tende a aumentar seu peso com a idade das aves.

Os dados referentes às análises por tratamento de acordo com altura de exposição das aves as variadas iluminâncias estão expostos na Tabela 19.

Referente ao peso do ovo, a análise de variância revelou diferenças estatísticas ao ($P<0,05$) em todos os tratamentos e suas respectivas variáveis de altura.

Relacionado o tratamento 1, percebeu-se a mesma tendência da 1ª análise para o tratamento sob luz incandescente, uma forte tendência de redução do peso do ovo quando se aumentou a iluminância na proporção de 61,23 g com aves submetidas a 5 lux para 57,35 g com aves submetidas a 45 lux. Houve um redução de 6,33%, maior que os 2,7% encontrados na 1ª análise para o mesmo tratamento. Observou-se que com o passar da idade e do tempo de exposição das poedeiras as diferentes tecnologias, podendo este fato, agravar as questões relacionadas ao peso do ovo e seus componentes.

Os dados revelaram que não houve diferença ($P<0,05$) para os níveis de 7, 6, 13 e 5 lux, referentes as alturas BS, BI, MS e MI dentro do tratamento 1. Observou-se uma redução no peso do ovo para aves expostas a altura AS e 45 lux com 57,35 g que não diferiu da altura AI que apresentou 8 lux e 57,60 g.

Os dados referentes ao tratamento 2 expõem a mesma relação encontrada no tratamento 1, onde houve uma queda no peso do ovo, principalmente de aves submetidas a uma iluminância maior, porém observou-se que as alturas BS, BI, MS, MI e AI não diferiram estatisticamente entre si ($P>0,05$). Houve diferença ($P<0,01$) para peso do ovo entre a altura BS que apresentou 3 lux e a altura AI que apresentou iluminância de 80 lux, porém não observou-se diferença entre a altura AI e as demais alturas avaliadas ($P>0,05$).

Tabela 19 – Peso do ovo (PO), peso da gema (PG), peso da casca (PC), peso do albúmen (PA) e percentagem da casca de ovos (Casca) de poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de iluminância.

Altura/Lux	PO (g)	PG (g)	PC (g)	PA (g)	Casca (%)
Incandescente (Tratamento 1)					
BS/07	59,97 a	17,39 a	5,60 a	36,97 a	9,35
BI/06	60,50 a	17,39 a	5,70 a	37,44 a	9,43
MS/13	59,99 a	17,25 ab	5,64 a	37,10 a	9,40
MI/05	61,23 a	17,49 a	5,79 a	37,95 a	9,11
AS/45	57,35 b	15,95 b	5,48 a	35,92 a	9,56

AI/08	57,60 b	16,38 ab	5,48 a	35,74 a	9,53
C.V (%)	5,55	1,38	1,31	6,56	-
F	2.431*	3.823**	0.698 ns	0.763 ns	-
PL 23W (Tratamento 2)					
BS/05	58,74 ab	16,73 a	5,43 a	36,56 a	9,26
BI/03	61,69 a	17,54 a	5,33 a	38,81 a	8,65
MS/09	61,30 ab	17,27 a	5,66 a	38,37 a	9,03
MI/04	60,81 ab	16,99 a	5,53 a	38,28 a	9,31
AS/80	57,41 b	16,22 a	5,12 a	36,07 a	9,10
AI/05	58,09 ab	16,52 a	5,44 a	36,12 a	9,37
C.V (%)	4,97	6,81	6,51	6,80	-
F	3.641**	1.795 ns	1.810 ns	2.416 ns	-
Sódio 70W (Tratamento 3)					
BS/38	62,10 ab	16,87 ab	5,67 ab	39,40 ab	9,13
BI/03	65,21 a	17,86 a	5,94 a	41,40 a	9,12
MS/78	58,94 b	15,99 b	5,36 b	37,57 ab	9,10
MI/03	60,38 b	16,24 ab	5,41 b	38,71 ab	8,97
AS/150	57,34 b	15,74 b	5,40 b	36,20 b	9,61
AI/04	59,00 b	16,71 ab	5,65 ab	36,64 b	9,58
C.V (%)	6,03	7,77	7,09	7,60	-
F	5.911**	2.612*	2.859*	3.561**	-
Mercurio 125W (Tratamento 4)					
BS/44	61,36 a	17,72 a	5,41 b	38,22 a	8,82
BI/05	62,81 a	18,48 a	5,92 a	38,40 a	9,44
MS/100	61,48 a	17,70 a	5,64 ab	38,13 a	9,02
MI/04	62,73 a	18,04 a	5,76 ab	38,92 a	9,19
AS/250	59,02 b	16,33 a	5,61 ab	37,08 a	9,54
AI/03	60,61 a	17,73 a	5,60 ab	37,28 a	9,24
C.V (%)	5,35	7,87	6,15	7,03	-
F	0.824**	0.756 ns	2.429*	0.406 ns	-

As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Os valores encontrados para peso do ovo relacionados ao tratamento 3, demonstram diferença ($P < 0,01$) em relação a altura BI que apresentou um iluminância de 3 lux e diferiu das alturas MS, MI, AS e AI que apresentaram iluminância de 78, 3, 150 e 4 lux, respectivamente. A média de peso do ovo para a altura BI apresentou-se acima da média prescrita para a linhagem de seria de 63,1 g na idade da análise, tal fato pode estar relacionado a um caso isolado, decorrente de ovos com maior peso com o passar da idade das aves, o fato é que o mesmo apresentou-se de maneira distinta em relação às demais alturas, mesmo as que apresentaram o mesmo nível de iluminamento. A redução percentual entre a altura BI e MS foi de 9,76%.

Faz-se necessário ressaltar que, mesmo não havendo diferença ($P > 0,05$) entre as demais alturas e médias confirmou-se uma perda substancial no peso dos ovos quando expostos a um maior nível de iluminamento.

Para os valores obtidos no tratamento 4, observou-se o mesmo comportamento de redução de peso do ovo de aves expostas a uma maior iluminância. Houve efeito de significância ($P<0,05$) relacionado à altura AS que apresentou um iluminância de 250 lux diferindo estatisticamente de todas as outras alturas variáveis, ocorrendo uma baixa percentual no peso do ovo de 6,03%, coincidindo o mesmo fato ocorrido para os demais tratamentos, onde a altura AS apresentou os piores resultado.

Os dados obtidos para peso da gema demonstraram diferentes níveis de significância ($P<0,05$) para os tratamentos 1 e 3, não apresentando alterações nas medias dos tratamentos 2 e 4, em nenhuma das alturas avaliadas. Para o tratamento 1 houve diferença entre as alturas BS, BI e MI em relação a altura AS, que por sua vez, não diferiu estatisticamente das alturas MS e AI. Não houve diferença significativa entre as alturas BS, BI, MI, MS e AI.

Os valores referentes ao peso da casca foram significativos ($P<0,05$) para os tratamentos 3 e 4, não havendo correlação entre os níveis de intensidade e peso da casca entre os tratamentos 1 e 2. Para o tratamento 3 houve diferença ($P<0,05$) para a altura BI com iluminância de 3 lux, seguindo a mesma tendência do peso do ovo, onde houve diferença ($P<0,05$) da altura BI relacionada as demais alturas analisadas. Para o tratamento 4, houve diferença ($P<0,05$) entre a altura BI com iluminância de 5 lux e da altura BS com iluminância de 44 lux, ocorrendo uma redução no peso da casca de 8,38% entre os ovos da altura BI com os ovos da altura BS. Observou-se que não houve efeito de significância entre o peso do ovo para as respectivas alturas.

Para o peso do albúmen, observou-se que não houve diferenças ($P>0,05$) para as diferentes alturas e suas relações com os tratamentos 1, 2 e 4, percebendo-se uma tendência de significância no tratamento 3, onde a altura BI foi significativamente diferente das alturas BS e BI ($P<0,05$). Há uma forte ligação entre o peso do ovo e o peso do albúmen, tornando-se mais perceptível essa correlação entre albúmen e ovo, que a gema e o ovo.

A Figura 19 revela o comportamento do peso do ovo relacionado ao nível de iluminância a qual as aves foram expostas com lâmpadas incandescentes de 60W. Observou-se que houve interação entre nível de iluminância e sua influência sobre o peso do ovo. Percebeu-se que no nível AS o peso do ovo foi menor ($P<0,05$). Não foi observado por este estudo casos de canibalismo, exposto por IESNA, (2001) que afirmou que iluminância acima de 10 lux tornaria as aves mais agressivas e com índices elevados de canibalismo.

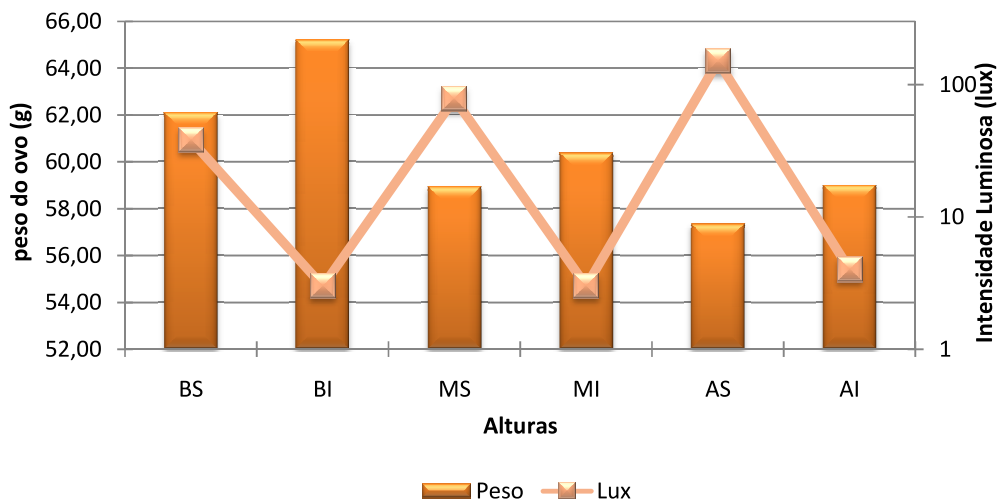


Figura 19 – Peso do ovo de aves expostas a diferentes níveis de iluminância da lâmpada incandescente 60W.

A Figura 20 ilustra o comportamento do peso do ovo de aves expostas a diferentes níveis de iluminância da lâmpada fluorescente compacta de 23W. Observou-se pela Figura a mesma constante variação no comportamento de peso do ovo com os níveis de iluminação. FREITAS et al. (2005), trabalhando com poedeiras Leghorn brancas e programas de iluminação artificial, não encontraram diferenças significativas ($P>0,05$) relacionadas ao peso do ovo, o que também foi observado por pesquisa quando relacionado a tecnologia de lâmpada utilizada, porém os níveis foram alterados em função das mudanças nos valores de iluminância de acordo com a altura de observação dos dados.

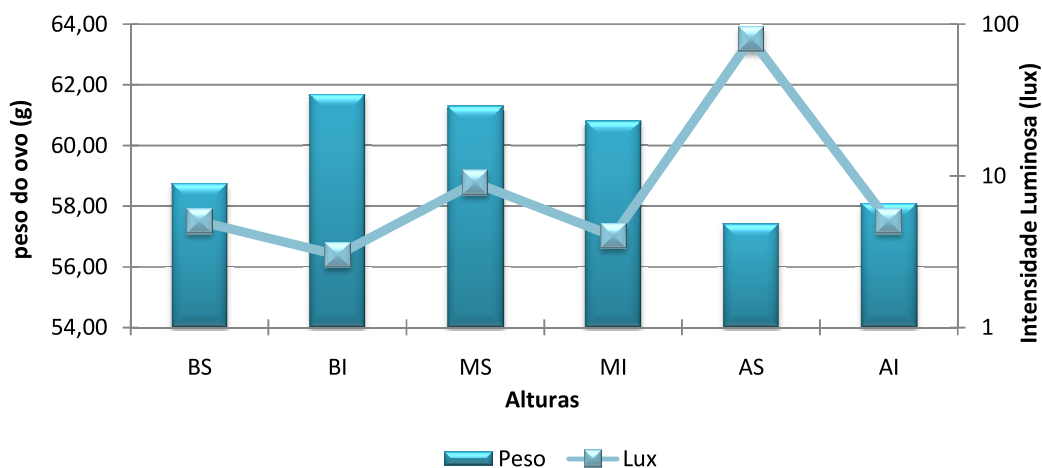


Figura 20 – Peso do ovo de aves expostas a diferentes níveis de iluminância da lâmpada fluorescente compacta 23W.

A Figura 21 expõe o comportamento do peso dos ovos de aves leves submetidas a diferentes níveis de iluminância acondicionadas sob lâmpadas de vapor de sódio 70W. O comportamento se assemelha aos demonstrados nas Figuras 19 e 20, com o maior valor de iluminância se concentrando na altura AS, com aves expostas sob as lâmpadas e consequentemente onde obteve-se o pior desempenho das aves no que se refere a qualidade do ovo. JORDAN et al. (2005) afirmaram em seu trabalho sobre produção de ovos férteis influenciada por diferentes sistema de iluminação artificial que as lâmpadas vapor de sódio foram as que obtiveram os melhores resultados em economia e produção de ovos, porém o mesmo não trabalhou com lâmpadas compactas como as expostas nesta pesquisa.

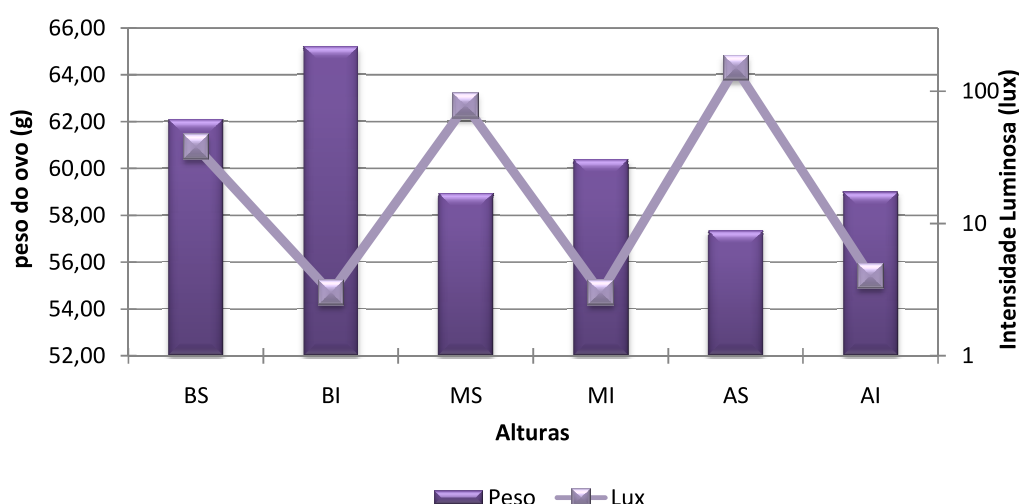


Figura 21 – Peso do ovo de aves expostas a diferentes níveis de iluminância da lâmpada vapor de sódio 70W.

O peso do ovo de aves submetidas a diferentes níveis de iluminância sob acondicionamento de lâmpadas vapor de mercúrio de 125W está exposto na Figura 22. O desempenho relativo a esta variável foi semelhante ao observado pelas demais tecnologias de lâmpadas, ou seja, um pior rendimento de peso quando as aves foram expostas a um maior nível de iluminância.

Através da utilização de poedeiras modernas por esta pesquisa os dados confirmaram a hipótese dos autores TUCKER e CHARLES, (1993) que afirmaram ser possível que poedeiras modernas sejam mais tolerantes a intensidades mais baixas de luz, uma vez que as melhores respostas em relação a qualidade dos ovos foram obtidas com aves expostas a iluminância variável entre 3 e 7 lux.

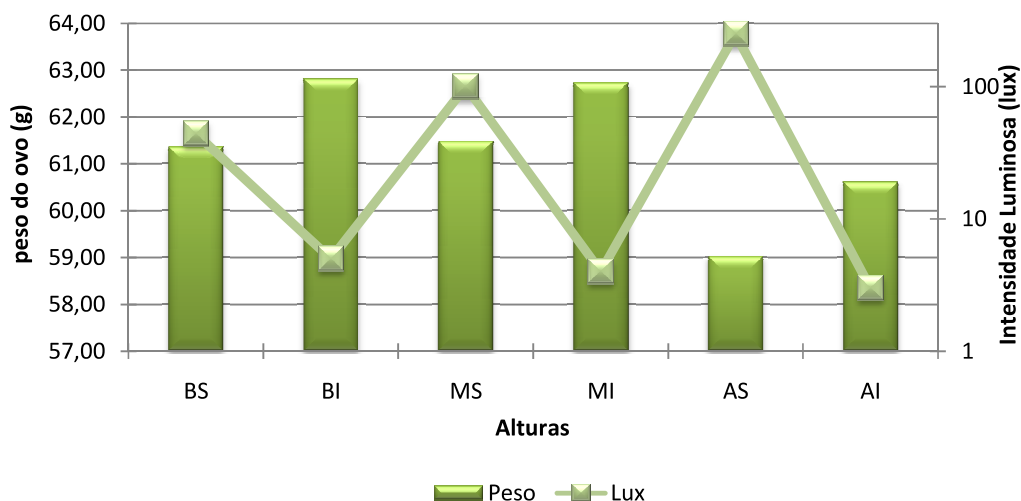


Figura 22 – Peso do ovo de aves expostas a diferentes níveis de iluminância de lâmpadas vapor de mercúrio 125W.

Percebeu-se, porém que houve uma tendência gradativa e repetitiva dos ovos das aves expostas na altura AI em todas as tecnologias de lâmpadas, mesmo estando a um nível de iluminância baixo repetirem o desempenho da altura AS com pequena recuperação no desempenho de peso do ovo. Questiona-se pelas observações de todos os tratamentos a forma de recepção da luz pelas aves, uma vez que os níveis em lux para as alturas BI e AI são muito semelhantes.

Segundo ETCHES (1994), um aspecto singular na fisiologia das aves é que o estímulo luminoso à reprodução, não depende de fotoreceptores localizados nos olhos. As vias de percepção da luz nas aves são a ocular e a transcraniana, sendo a transcraniana a mais importante no estímulo à postura. Este fato foi comprovado quando aves desprovidas da visão (geneticamente cegas) reproduziram normalmente, fato comprovado por SAUVEUR (1988, 1996) e THIMONIER (1996).

A relevância do posicionamento dos autores para esta pesquisa é o fato que, curiosamente as aves que foram expostas nas alturas AI ficaram fora da altura viável de recepção da luz via transcraniana, restando apenas a recepção do feixe luminoso pela visão e um pouco de recepção cranial na porção lateral das gaiolas, fato que justifica a perda de desempenho das aves expostas a baixa luminosidade. Porém com produção inferior às posicionadas em outro sentido das gaiolas, que receberam por seu posicionamento percepção da luz pelas vias transcranial e visão.

A Tabela 20 apresenta os valores referentes a interação entre as alturas de coleta de dados e as tecnologias avaliadas e a influência sobre o peso dos ovos de poedeiras leves. Percebe-se que ao serem avaliadas as características de altura com semelhanças entre o iluminância e as lâmpadas que não houve diferenças ($P > 0,05$) para as alturas BS, MS, MI, AS e AI. Os dados revelaram que houve interação significativa ($P < 0,05$) entre a altura BI e as tecnologias utilizadas pelos tratamentos 1 e 3, onde houve uma redução percentual de 7,22% relativo ao peso do ovo, entre a media do tratamento 3 e a media do tratamento 1. Sabendo-se que o tratamento 3 na altura BI apresentou iluminância de 3 lux e altura BI do tratamento 1 iluminância de 6 lux, supõe-se que o tratamento 1 pode ter sofrido algumas influências de variáveis que não foram objetivo de análise de interferência deste estudo.

Tabela 20 – Media dos pesos dos ovos de aves expostas as tecnologias de lâmpadas avaliadas.

Altura/Lux	Incandescente	PL23W	Sódio 70W	Mercúrio 125W	CV (%)
BS	59,97 a	58,74 a	62,10 a	61,36 a	5,60 ns
BI	60,50 b	61,69 ab	65,21 a	62,81 ab	4,96*
MS	59,99 a	61,30 a	58,94 a	61,48 a	6,54 ns
MI	61,23 a	60,81 a	60,38 a	62,73 a	4,31 ns
AS	57,35 b	57,41 a	57,34 a	59,02 a	4,48 ns
AI	57,60 b	58,09 a	59,00 a	60,61 a	5,46 ns

As medias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

6.3.3. 3ª análise – Etapa 6

Para esta última da análise da pesquisa foram considerados os valores de peso do ovo (PO), peso dos componentes (PM), peso da casca (PC), gravidade específica (GE) g/ml e percentagem de casca (Casca), tais valores estão expostos na Tabela 21.

Tabela 21 – Peso do ovo (PO), peso dos componentes (PM), peso da casca (PC), gravidade específica (GE) e percentagem de casca de poedeiras leves submetidas a diferentes tecnologias de iluminação artificial, na etapa 6.

Tratamentos	PO (g)	PM (g)	PC (g)	GE (g/ml)	Casca (%)
Incandescente	62,71 a	56,94 a	5,76 a	1.07567 a	9,19 a
PL23W	62,25 a	56,62 a	5,63 ab	1.07633 a	9,03 a
Sódio 70W	62,11 a	56,47 a	5,63 ab	1.07500 a	9,07 a
Mercúrio 125W	62,30 a	57,07 a	5,22 b	1.07167 b	8,38 b
C.V (%)	4,87	4,90	5,98	0,13	3,58
F	0.042 ns	0.060 ns	3.016*	11.7172**	7.6900**

As medias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Os valores referentes a peso do ovo não demonstraram nenhuma variação estatística ($P < 0,05$), assim como o peso dos componentes. Porém houve uma redução no peso do ovo de todos os tratamentos em relação ao preconizado pelo manual HY-LINE (2008) de 63,3 g. Apesar disso, houve um acréscimo no peso dos ovos quando comparando-os com o peso das demais análises, confirmou-se assim, a tendência de aumento no peso dos ovos com o passar da idade das aves. O peso dos ovos nesta 3ª análise não apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) semelhante as demais análises em relação ao peso do ovo, em função da homogeneização das parcelas relativas as diferentes alturas, ou seja, os ovos analisados como um todo possuem amostras dos pontos B, M e A, os quais como demonstrado anteriormente não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre eles.

Os dados relacionados ao peso dos componentes reportaram-se igualmente ao peso dos ovos, não havendo diferença ($P < 0,05$), justifica-se pelos dados a adoção de análises isoladas dentro de cada tratamento para verificar as alterações realizadas na qualidade do ovo por intermédio da iluminação.

O peso da casca diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) entre o tratamento 1 e o tratamento 3, onde ocorreu um decréscimo no peso da casca de 9,37%. Não é possível afirmar que houve uma interferência negativa da lâmpada vapor de mercúrio sobre a variável casca, uma vez que vários pontos de coleta de dados foram utilizados para esta análise, sendo necessário uma avaliação das alturas com a finalidade de concluir sobre o decréscimo no peso da casca do tratamento 4.

Os valores descritos na Tabela 21 para gravidade específica revelaram que houve significância ($P < 0,05$) referente aos tratamentos 1, 2 e 3 que diferiram da média do tratamento 4, que apresentou menor desempenho também quando avaliado o peso da casca. Existe uma grande relação entre o peso do ovo e peso da casca, confirmada pelos dados apresentados nesta análise.

Os resultados encontrados por RODRIGUES et al. (2004) sobre a gravidade específica em pesquisa com poedeiras leves da mesma linhagem utilizada por este estudo e com idade semelhante, divergem dos encontrados nesta análise, uma vez que, o melhor apresentado acima foi 1,076 e os autores apresentaram 1,084.

Os dados apresentados pelos autores coincidem com os encontrados por JUNQUEIRA et al., (2000) que encontraram valores de até 1,085, porém trabalhando com poedeiras Hy line de 54 semanas de idade, Salienta-se, também, a importância da relação entre o peso do ovo e a gravidade específica, onde o peso do ovo aumenta e a gravidade

específica diminui com a idade das reprodutoras, as utilizadas por este estudo possuíam idade de 60 semanas.

Segundo ROSA e AVILA (2000), aves velhas, com idade superior a 56 semanas, produzem uma proporção maior de ovos com cascas de qualidade inferior, relacionada à menor GE (< 1074), dados condizentes com os apresentados neste estudo.

A Tabela 22 demonstra os dados das variáveis de qualidade do ovo avaliados na etapa 6 da pesquisa. Pode-se observar que houve uma repetição dos resultados referente ao peso do ovo, quando avaliadas as demais análises realizadas durante a pesquisa. Houve diferença ($P<0,01$) entre as alturas BS, BI, MS e MI e as alturas AS e AE.

Não houve diferença ($P<0,05$) entre as alturas BS, BI, MS e MI, nem entre as alturas MS, AS e AE. O peso do ovo reduziu em 12,77% entre a altura BI e AS do tratamento 1. Percebeu-se ainda um aumento no peso do ovo em relação ao preconizado para a linhagem na idade de 60 semanas de 63,3 g (HY-LINE, 2009), para as alturas BS, BI e MI que obtiveram 66,17; 66,44 e 63,77g, respectivamente.

O peso dos componentes apresentou diferenças ($P<0,01$) para as alturas BS, BI, MS e MI do tratamento 1 em relação às alturas AS e AE. Não houve efeito ($P>0,05$) negativo com o peso do ovo relacionado as alturas entre si.

O peso da casca sofreu as mesmas alterações do peso do ovo e do peso dos componentes quando as aves foram expostas a um nível maior de iluminância, ocorrendo uma redução entre a altura MI do tratamento 1, com peso de médio de 6,19 g em relação a altura AE com peso médio de 5,19 g de 16,15%. Percebeu-se uma grande variação de peso dos ovos entre as aves expostas a uma menor iluminância e as expostas a um nível maior de iluminação, talvez aves mais velhas sejam mais susceptíveis a exposição à luz intensa, necessitando de maiores estudo nesse sentido. Houve interação significativa ($P<0,01$) entre a altura de exposição das aves e o peso da casca entre as alturas BS, BI, MS e MI e as alturas AS e AE.

A gravidade específica do tratamento 1 diferiu entre as alturas estudadas, invertendo o resultado que vinha acontecendo em relação ao peso do ovo, peso dos componentes e peso da casca, já que os níveis de significância ($P<0,01$) foram evidenciados para a altura MI com iluminância de 5 lux e a altura BS com iluminância de 7 lux. As alturas BI, BS e AS não diferiram entre si, assim como MS, MI e AE e também entre BI, MS, AS e AE.

A gravidade específica é uma medida de cunho físico que avalia a densidade do ovo, à qual se relaciona basicamente com a espessura da casca, o que explica os ovos mais

pesados apresentar uma menor densidade, porém não apresentaram um menor peso da casca.

Tabela 22 – Peso do ovo (PO), peso dos componentes (PM), peso da casca (PC), gravidade específica (GE) e percentagem de casca (Casca) de poedeiras leves submetidas a diferentes alturas e iluminância, na etapa 6.

Altura/Lux	PO (g)	PM (g)	PC (g)	GE (g/ml)	Casca (%)
Incandescente (Tratamento 1)					
BS/07	66,17 a	60,14 a	6,03 a	1,074 c	9,12
BI/06	66,44 a	60,61 a	5,83 a	1,075 bc	8,78
MS/13	62,01 abc	55,95 ab	6,10 a	1,076 ab	9,85
MI/05	63,77 ab	57,58 ab	6,19 a	1,078 a	9,71
AS/45	57,95 c	52,72 b	5,22 b	1,075 bc	9,02
AI/08	59,92 bc	54,73 b	5,19 b	1,076 ab	8,66
C.V (%)	6,50	6,55	7,55	0,17	-
F	6.961**	6.872**	10.472**	8.040**	-
PL 23W (Tratamento 2)					
BS/05	63,68 ab	57,88 ab	5,66 ab	1,076 a	9,11
BI/03	65,69 a	60,03 a	5,80 ab	1,078 a	8,62
MS/09	59,79 bc	54,34 b	5,45 ab	1,077 a	9,11
MI/04	61,91 abc	56,06 ab	5,85 a	1,076 a	9,45
AS/80	59,34 c	54,03 b	5,31 b	1,076 a	8,96
AI/05	63,10 abc	57,43 ab	5,66 ab	1,075 a	8,98
C.V (%)	5,17	5,58	6,81	0,22	-
F	5.631**	5.208**	2.866*	1.800 ns	-
Sódio 70W (Tratamento 3)					
BS/38	64,27 ab	58,29 ab	5,98 a	1,076 a	9,12
BI/03	65,51 a	59,53 a	5,97 a	1,076 a	9,31
MS/78	59,31 c	53,83 c	5,48 ab	1,075 a	9,25
MI/03	63,54 abc	57,76 abc	5,77 ab	1,075 a	9,09
AS/150	59,47 c	54,31 bc	5,15 b	1,074 a	8,67
AI/04	60,59 bc	55,11 bc	5,47 ab	1,074 a	9,03
C.V (%)	5,75	7,77	9,16	0,29	-
F	5.543**	5.287**	3.993**	1.337 ns	-
Mercúrio 125W (Tratamento 4)					
BS/44	61,65 b	56,57 b	5,07 ab	1,071 a	8,23
BI/05	68,80 a	63,09 a	5,71 a	1,072 a	8,31
MS/100	59,08 b	53,93 b	5,14 ab	1,073 a	8,71
MI/04	63,21 b	57,77 b	5,44 ab	1,071 a	8,61
AS/250	59,53 b	54,58 b	4,95 b	1,070 a	8,32
AI/03	61,55 b	56,53 b	5,01 ab	1,070 a	8,15
C.V (%)	6,41	6,69	10,90	0,41	-
F	7.761**	8.230**	2.663*	0.719 ns	-

As medias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01); * significativo ao nível de 5% de probabilidade (p < 0,05); ns não significativo (p >= 0,05).

Para o tratamento 2 o peso do ovo diferiu entre as diferentes alturas (P<0,01). A altura BI com índice de iluminância de 3 lux diferiu das alturas MS e AS, com índices de iluminância de 9 e 80 lux, respectivamente. A maior diferença entre os resultados, uma vez

que o peso do ovo da altura BI pesou 65,69 e o peso do ovo da altura AS foi de 59,34, uma redução de 9,63%, nível maior que as análises anteriores para o mesmo tratamento.

Não houve diferença ($P>0,05$) para peso do ovo para as demais alturas do tratamento 2 e suas interações.

O peso dos componentes seguiu a mesma sequência da análise do peso do ovo. Houve diferença significativa ($P<0,05$) entre a altura BI e as alturas MS e AS. As demais alturas não apresentaram diferenças entre si ($P>0,05$).

Em relação ao peso da casca dos ovos das aves submetidas a diferentes alturas no tratamento 2, houve diferença estatística ($P<0,05$) entre todas as alturas em relação a altura AS, com iluminância de 80 lux. A redução no peso da casca entre a altura que apresentou maior peso e a altura mencionada foi de 9,23%.

O peso da casca apresentou redução em seu peso entre as análises e com o avançar da idade das aves. Ao observarmos o maior peso encontrado na 1ª análise de 5,93 g e o maior peso encontrado para esta análise de 5,80g, percebeu-se uma redução de 2,19%.

KESHAVARZ (1994) afirmou haver redução da qualidade da casca do ovo, à medida que as poedeiras avançam na idade, sendo essa diminuição da qualidade observada de forma expressiva no final de produção, principalmente quando se trata da espessura da casca, o que foi observado claramente nesta pesquisa.

O resultado deste experimento foi coerente com o obtido por AL-BASTSHAM et al. (1994), segundo os quais o rendimento da casca diminuiu com a idade das aves, devido ao aumento no tamanho do ovo, sem haver aumento no peso da casca.

A gravidade específica para o tratamento 2 não apresentou diferenças ($P>0,05$).

Em relação ao tratamento 3 observou-se com a análise de peso do ovo e peso dos componentes, houve diferença ($P<0,01$) entre a altura BI com iluminância de 3 lux e as alturas MS, AS e AI com iluminância de 78, 150 e 4 lux, respectivamente. A redução entre a altura BI e a altura AS foi de 9,21%, diferença esta semelhante às encontradas nos demais tratamentos. Percebeu-se, porém que a redução percentual para peso do ovo foi gradativa e passou de 4,9% na 1ª análise para 9,21% nesta 3ª análise de dados.

O peso do ovo para este tratamento subiu em relação a idade das aves. A maior media apresentada para a 1ª análise foi de 62,17 g, passando para 65,21 g na 2ª análise e para 65,51 g nesta análise.

Os valores para peso da casca de acordo com o tratamento 3 sofreram diferenças estatísticas ($P<0,01$) em relação as alturas BS e BI e a altura AS, onde houve uma redução no peso da casca de 13,87% entre a media de BS com 5,98 g e a altura AS com 5,15 g.

ETCHES (1996) indicou que o peso da casca aumentou ao final da postura, porém de modo não proporcional ao aumento do tamanho do ovo, tornando a casca mais fina, justificando uma gravidade específica mais baixa. As medias de peso da casca para esta pesquisa não sofreram mudança em relação a idade das aves, mas sim as diferenças de fluxo luminoso oferecido as aves.

Os valores encontrados para gravidade específica nos tratamentos 3 e 4 não apresentaram diferenças entre si ($P>0,05$).

Para o tratamento 4 os dados obtidos revelaram diferenças significativas ($P<0,05$) relacionadas ao peso do ovo entre a altura BI e todas as outras alturas avaliadas. A media de peso de BI foi 68,8 g com uma iluminância de 5 lux e a menor media apresentada com relação a altura MS com intensidade de 100 lux e 59,08 g.

A redução percentual para esta variável foi de 14,12%. Pelos dados apresentados observou-se uma grande tendência de aumento de peso dos ovos relacionados com a idade das poedeiras, uma vez que para este tratamento a media de peso do ovo foi alterada de 60,08 g com aves de 56 semanas de idade para 61,62 g para aves com 60 semanas e para 62,30 g com aves de 64 semanas de idade.

O peso dos componentes para o mesmo tratamento diferiu estaticamente entre as alturas estudadas ($P<0,05$). A media encontrada para BI diferiu de todas as demais medias das alturas relacionadas.

A análise para peso da casca apresentou diferenças ($P<0,05$) entre as alturas BI e BS, onde apresentaram as medias de 5,71 e 4,95 g, respectivamente. Houve uma redução de 13,30% entre essas medias. Confirmou-se pelos dados o trabalho de diversos autores sobre a relação do peso do ovo e o peso da casca, mas não sobre sua espessura, uma vez que não houve diferença significativa ($P>0,05$) para esta variável neste tratamento.

A media apresentada para altura AS de 4,95 g com redução de 13,30% pode ter influenciado negativamente o peso da casca do tratamento 4, dados observados pela Tabela 25, uma vez que essa diferiu estatisticamente do tratamento 1 e foi a menor media apresentada por esta pesquisa, porém não foi a menor media apresentada para peso do ovo.

A Tabela 23 apresenta as medias de cada tratamento em relação à altura. Verifica-se que não houve diferença significativa ($P<0,05$) em relação aos tratamentos (Incandescente, PL 23W, Sódio 70W, Mercúrio 125W) e a altura.

Tabela 23 – Peso do ovo referente às alturas de acondicionamento das aves e das tecnologias avaliadas

Altura/Lux	Incandescente	PL23W	Sódio 70W	Mercúrio 125W	CV (%)
BS	66,17 a	63,68 a	64,27 a	61,65 a	6,76
BI	66,44 a	65,69 a	65,21 a	68,80 a	5,75
MS	62,01 a	59,79 a	59,31 a	59,08 a	5,55
MI	63,77 a	61,91 a	63,54 a	63,21 a	5,62
AS	57,95 a	59,34 a	59,47 a	59,53 a	6,77
AI	59,92 a	63,10 a	60,59 a	61,55 a	5,29

As medias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

6.3.4. Análise de produção

Para caracterização dos dados relativos à produção media das poedeiras submetidas nesta pesquisa, haveria uma necessidade de um maior número de repetições na contagem e um período maior para coleta de dados, porém por se tratar de um sistema totalmente automatizado e o equipamento de coleta de ovos não estar em funcionamento na época da pesquisa, fez-se a análise como parâmetro avaliativo entre as tecnologias de lâmpadas e as alturas B, M e A.

Na Tabela 24 foram apresentadas as medias de produção de cada tratamento em relação à influência da altura da prateleira.

Para o tratamento 1, percebeu-se que houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre as alturas B e M que apresentaram média de produção de 41,31 e 44,97% respectivamente, diferindo da altura A com media de 25,31 %. Percebeu-se uma redução de 43,71% quando se alterou a altura de bateria das gaiolas.

Em relação ao tratamento 2, apesar de uma redução de 12,56% na produção em relação as alturas B e A, as mesmas não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,05$). Tais dados revelaram uma melhor homogeneização em relação à iluminância proporcionada pelas lâmpadas compactas PL23, uma vez que não houve diferenças entre as tecnologias em nenhuma das análises realizadas.

Pelos valores obtidos para o tratamento 3, percebeu-se a mesma queda nas medias em relação aos demais tratamentos e suas relações com as alturas de alojamento das aves. Aves expostas a uma maior intensidade de lux estão sujeitas a uma menor produção e um pior desempenho no que se refere à qualidade do ovo. Houve diferenças ($P < 0,05$) entre as alturas B e M que apresentaram 38,75 e 38,41% de media de produção e a altura A que apresentou 28,81% de media. As alturas B e M não divergiram entre si ($P < 0,05$). Houve

redução na produção entre a media da altura B e a media da altura A de 25,65%, considerando a superioridade do tratamento B em relação ao tratamento A.

Tabela 24 – Produção media de poedeiras alojadas em diferentes alturas e tecnologias de lâmpadas.

Altura	Incandescente (%)	PL 23W(%)	Sódio 70W(%)	Mercúrio 125W(%)
B	41,31 a	40,75 a	38,75 a	38,53 a
M	44,97 a	38,97 a	38,41 a	34,88 ab
A	25,31 b	35,63 a	28,81 b	25,56 b
CV (%)	6,46	8,92	4,16	6,90
F	37,769**	1,151 ns	29,326*	17,210*

As medias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$). CV= Coeficiente de variação.

Para o tratamento 4, observou-se a mesma diminuição na produção em relação aos demais tratamentos. Houve diferenças entre a altura B e A ($P < 0,05$), ocorrendo uma diferença de 33,66%. Não houve diferença ($P < 0,05$) entre as alturas B e M para nenhum tratamento avaliado ($P > 0,05$).

Percebeu-se os efeitos negativos de uma exposição prolongada de aves poedeiras a altos níveis de iluminamento, verificando-se diminuição no peso do ovo e de seus componentes e uma redução da produção. Indica-se a realização de mais trabalhos relacionados à queda de produção de aves relacionadas a exposição a altos níveis de iluminância, assim como outros parâmetros não verificados por esta pesquisa, tais como: consumo de ração, conversão alimentar, massa de ovos, níveis hormonais e a recepção de luz pelas aves poedeiras.

O tratamento composto por lâmpadas incandescentes foi o que proporcionou um pior desempenho relacionado a produção de ovos com queda de 43,71% quando aves foram expostas a uma maior iluminância, tal fato pode ser explicado pelo maior número de lâmpadas instaladas para este tratamento, tornando a fila de prateleiras de gaiolas com um número bem maior de pontos luminosos.

Os dados obtidos e comparados em relação às alturas entre os diferentes tratamentos estão expostos na Tabela 27, assim como a media geral de produção entre os tratamentos.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) para altura B em relação aos tratamentos. Percebeu-se porém uma redução na produção entre o tratamento 1 e o tratamento 4 de 6,74%.

A coluna da altura M revela diferença ($P < 0,05$) para os tratamentos 1 e 4, onde houve uma redução de produção 22,43% entre o tratamento que 1 relacionado as lâmpadas incandescentes e o tratamento 4 relacionado as lâmpadas vapor de mercúrio 125W. Entre as demais tecnologias não houve diferença significativa ($P < 0,05$).

Os valores obtidos em relação ao ponto A apresentaram níveis de significância ($P < 0,05$). Houve redução na produção entre as tecnologias, decrescendo em 28,96% do tratamento 2 ao tratamento 1. Para esta altura de exposição das aves, nesta avaliação a tecnologia PL 23W mostrou os melhores resultados, diferindo das tecnologias incandescentes e mercúrio 125W, tratamentos 1 e 4, respectivamente. Não houve níveis de significância entre o tratamento 2 e 3.

Tabela 25 – Produção media de poedeiras alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial.

Tratamento	Baixo(%)	Meio(%)	Alto(%)	Produção (%)
Incandescente	41,31 a	44,97 a	25,31 b	37,18 a
PL 23W	40,75 a	38,97 ab	35,63 a	38,44 a
Sódio 70W	38,75 a	38,41 ab	28,81 ab	35,34 a
Mercúrio 125W	38,53 a	34,88 b	25,56 b	32,97 a
CV (%)	6,07	5,03	10,34	4,80
F	0,663 ns	8,946*	5,183*	3,786 ns

As medias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$).

A media total de produção não foi diferente para os tratamentos ($P > 0,05$).

Mesmo não confirmado estatisticamente as diferenças entre os tratamento, ressalta-se um melhor desempenho do tratamento 2 composto de lâmpadas fluorescentes compactas 23W.

As medias encontradas para percentagem de casca (PeC), percentagem de gema (PeG), percentagem de albúmen (PeA) e percentagem dos componentes (PeCO) estão expostas na Tabela 26.

Tabela 26 – Percentagens dos componentes do ovo realizadas nas 2 últimas análises da pesquisa.

Altura	2ª análise				3ª análise		
	P.O	PeC (%)	PeG (%)	PeA (%)	P.O	PeC (%)	PeCO(%)
Incandescente							
BI	60,504	9,43	28,77	61,80	66,174	9,12	90,88
BS	59,973	9,35	29,00	61,65	66,447	8,78	91,22
MI	61,441	9,11	29,12	61,77	62,018	9,85	90,15
MS	59,99	9,40	28,75	61,84	63,776	9,71	90,29
AI	57,6	9,53	28,44	62,06	57,95	9,02	90,98
AS	57,35	9,56	27,81	62,63	59,925	8,66	91,34
PL 23W							
BI	61,698	8,65	28,44	62,92	63,685	9,11	90,89
BS	58,741	9,26	28,49	60,55	65,695	8,62	91,38
MI	60,817	9,31	27,95	62,95	59,792	9,11	90,89
MS	61,306	9,03	28,17	62,59	61,912	9,45	90,55
AI	58,096	9,37	28,45	62,19	59,346	8,96	91,04
AS	57,41	9,10	28,26	62,84	63,101	8,98	91,02
Sódio 70W							
BI	65,219	9,12	27,39	63,49	65,514	9,12	90,88
BS	62,146	9,13	28,48	63,40	64,274	9,31	90,69
MI	60,38	8,97	26,87	64,13	59,317	9,25	90,75
MS	58,941	9,10	27,14	63,76	63,541	9,09	90,91
AI	59,009	9,58	28,33	62,10	59,474	8,67	91,33
AS	57,34	9,61	28,55	64,88	60,59	9,03	90,97
Mercúrio 125W							
BI	62,814	9,44	29,42	61,14	61,653	8,23	91,77
BS	61,36	8,82	28,89	62,29	68,803	8,31	91,69
MI	62,732	9,19	28,76	61,22	59,088	8,71	91,29
MS	61,486	9,02	28,79	62,03	63,211	8,61	91,39
AI	60,613	9,24	29,26	62,16	59,533	8,32	91,68
AS	59,02	9,54	29,37	63,36	61,554	8,15	91,85

SCOTT e SILVERSIDES (2000) compararam duas linhagens comerciais e observaram que quanto mais velha a poedeira maior o tamanho do ovo e a percentagem de gema e menor a percentagem e a altura de albume, tais dados se confirmam com este estudo em relação ao peso do ovo e peso da gema.

A qualidade interna do ovo vai decrescendo à medida que avança a idade da poedeira, sendo este um fenômeno irreversível (LLOBET et al.,1989). Fato plenamente comprovado com os resultados obtidos neste estudo, principalmente relacionado a qualidade externa, já que a casca se tornou mais fina, comprovada por uma baixa gravidade específica.

Pelos dados de percentagem da Tabela 26 percebeu-se menor percentagem de casca em relação a todas as alturas do tratamento 4, onde parece haver uma relação entre a

lâmpada de vapor de mercúrio de 125W e a espessura da casca do ovo de aves alojadas sob esta tecnologia. Percebeu-se uma redução da percentagem da casca com o passar da idade das aves, fato já comprovado nas análises anteriores, onde o peso da casca tendeu a uma redução entre as semanas de idade das aves.

7. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos para esta pesquisa, encontram-se aqui as conclusões pertinentes.

Sobre o comportamento produtivo de aves poedeiras leves submetidas a diferentes sistemas de iluminação artificial, pode-se afirmar que não houve diferenças estatísticas ($P < 0,05$) relacionadas aos tipos de tecnologias de lâmpadas avaliados. Houve uma redução na produção dos ovos de 14,22% entre as lâmpadas fluorescentes compactas PL de 23W e as lâmpadas vapor de mercúrio de 125W.

O produtor pode adotar a lâmpada de descarga fluorescente compacta para indução de fotoperíodo em poedeiras leves.

Ocorreu uma correlação negativa entre o aumento dos níveis de iluminância e as características de qualidade dos ovos.

Poedeiras comerciais leves responderam bem quanto aos aspectos de produção e qualidade de ovos quando submetidas a níveis de iluminamento a partir de 3 lux.

As aves que ficaram expostas ao ponto luminoso no nível baixo em relação a baterias de gaiolas e com exposição da região transcranial ao fluxo luminoso apresentaram melhores rendimentos em relação a qualidade do ovo.

A temperatura ambiente não atingiu em nenhum mês de coleta de dados níveis críticos. Relativo à umidade relativa do ar, houve períodos críticos, necessitando o produtor rever os métodos de arrefecimento das instalações, uma vez que a mesma alterou negativamente os resultados do ITU.

O ITU não atingiu níveis críticos.

Sob o aspecto de uso de energia elétrica, o tratamento que recebeu as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 23W, foi o que apresentou as melhores características de uso eficiente de energia elétrica, mostrando-se o mais econômico com redução no consumo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-BASTSHAM, H. A. et al. Duodenal calcium uptake femur and egg shell quality decline with age and increase following molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 5, p. 1590-1596, 1994.
- ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 1388-1394, 2007.
- AKBAR, M. K.; GAVORA, J. S.; FRIARS, G. W.; GOWE, R. S. Composition of eggs by commercial size categories: effects of genetic group, age, and diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p. 925- 933, 1983.
- AVILA, VALDIR SILVEIRA DE; ROSA, PAULO SÉRGIO; BRUM, PAULO ANTÔNIO RABENSCHLAG DE. Horário de alimentação para aves de corte em época de calor. **Instrução técnica para o Avicultor**. Embrapa suínos e aves. Nov. 2000.
- AVILA, VALDIR SILVEIRA DE; PENZ JR, ANTÔNIO MARIO; BRUM, PAULO ANTÔNIO RABENSCHLAG DE; ROSA, PAULO SÉRGIO; GUIDONI, ANTÔNIO LOURENÇO. Consequência do horário de alimentação na produção e na qualidade do ovo fértil. **Comunicado técnico** / 286 / Embrapa Suínos e Aves, p. 1–4, Junho/2001.
- ASSISTAT. Programa de Análises Estatísticas. Versão 7.5. UAEG-CTRN-UFCG, Campina Grande – PB, 2008. Disponível em: <http://www.assistat.com>
- BACON, W.L.; NESTOR, K. E. Reproductive response to intermittent light regimens in *Coturnix Coturnix Japonica*. **Poultry science**, Champaign, v.54, p.1918-1926, 1975.

BAÊTA, F. C. & SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais** - conforto animal - Viçosa - MG: UFV, 1997, 246p. il.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Piracicaba: USP, 2004. 140 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2004.

BERTECHINI, A. G. **Mitos e verdades sobre o ovo e consumo**. 2003. Online. Capturado em 30 de agos. 2005. Disponível em: www.ovoonline.com.br

BOND, T. E., KELLY, C. F.: ITTNER, N. R. **Radiation studies of painted shade materials**. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigam, v.35, n.6, p.389-392, 1954.

BOND, T. E., KELLY, C. F.: ITTNER, N. R. **Radiation studies of painted shade materials**. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigam, v.35, n.6, p.389-392, 1954.

BONETT, Lucimar P., MONTICELLI, Cícero J et al. **Coleção 500 Perguntas - 500 Respostas**. 2.ed. Embrapa - SPI : Brasília, 1997, p. 243 p.

BONI, I.J.; PAES, A.O.S. Programas de luz para matrizes: machos e fêmeas. In: SIMPÓSIO TÉCNICO SOBRE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE. **Anais...**Chapecó, p.1-16. 1999.

BRANT, A.W.; OTTE, A.W.; NORRIS, K.H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, v.5, p.356-361, 1951.

BRITTON, W. M. Effect of albumen pH on yolk mottling. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, p. 1330-1335, 1976.

BORGES, SEBASTIÃO APARECIDO, MAIORKA, ALEX, SILVA, ANA VITÓRIA FISCHER da. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, set-out, 2003.

BROOKS, R.C. Egg breakage is costing you money. **Poultry Tribune**, v.3, n.77, p. 22-36, March. 1971.

BUFFINGTON, C. S.; COLLAZO-AROCHO, A., CANTON, G. H., PITT, D., THATCHER, W. W., COLLIER, R. J. **Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**. Transactions of the ASAE, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

BUYSE, J.; Simons, P.C.M. **Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers**. World's Poultry Science Journal, Washington, v.52, p.121-130, 1996.

CAÍRES, CAROLINA MAGALHÃES; CARVALHO, ALEXSSANDRE PINTO DE; CAÍRES, RENATA MAGALHÃES. Nutrição de frangos de corte em clima quente. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n° 3, p.577-583 Maio/Junho 2008.

CAMPOS, E.J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2000.

CAMPOS, E.J. Stress x doença x nutrição. In. CAMPOS, E.J. (ed.). **Produção e qualidade de pintos de um dia**. Belo Horizonte: [s.n], 1986., 362p., p. 213-228.

CARVALHO, FABYOLA BARROS DE; STRINGHINI, JOSÉ HENRIQUE; JARDIM FILHO, ROBERTO DE MORAES; LEANDRO, NADJA SUSANA MOGYCA; CAFÉ, MARCOS BARCELLOS; DEUS, HELDER AMORIN SILVA BORGES DE. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira** , v. 8, n. 1, p. 25-29, jan./mar. 2007.

CAVALCHINI, L.G. **El Pavo**. Mundi-Prensa: Madrid, 308p., 1985.

CEMIG - **Companhia Energética de Minas Gerais. Estudo de otimização energética no setor avícola.** Belo Horizonte: Departamento de Utilização de Energia, 1996. 26p.

CHARLES, D. R.; TUCKER, S. A. Response of modern hybrid laying strocks to change in photoperiod. **British Poultry Science**, London, v. 34, p. 241-254, 1993.

CLARK, J. A. **Enviromental aspects of housing for animal production.** British University of Northinghan, Page Bros Ltd, 1981. 510p.

CONCEIÇÃO, MARISTELA N. DA; ALVESI, SULIVAN P.; TELATIN JÚNIOR, AURÉLIO; SILVA, IRAN J. O. DA; PIEDADE, SÔNIA M. S.; SAVASTANO JÚNIOR, HOLMER; TONOLI, GUSTAVO. Desempenho de telhas de escória de alto forno e fibras vegetais em protótipos de galpões. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 5, pp. 536-539. 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. **Relatório de atividades 2001 – Racionamento de energia.** Brasil, 2001.

COSTA, M.S. **Avicultura nas regiões tropicais.** Campinas: Fundação Cargill, 1980. 285p.

COTTA, J. T. de B. **Galinha: produção de ovos.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

COTTA, T. **Reprodução da galinha e produção de ovos.** Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p. 81-92.

CUNNINGHAM, F.E.; COTTERIL, O.J.; FUNK, E.M. The effect of season and age of bird. I. On egg size, quality and yield. **Poultry Science**, v.39, p.289-299, 1960.

CURTIS, S. E. **Environmental Management in Animal Agriculture.** 2: ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1983. 407 p.

DONALD, J. **Environmental control options under different climatic conditions** **World Poultry- Elsevier** v.14, n.11, p. 22-23, 1998.

DU PREEZ, J. H.; GIESECKE, W.H.; HATTINGH, P. H.; EIOSENBERG, B. E. **Heat stress in dairy cattle under southern African Conditions II**. Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observe true and predicted temperature – humidity index values. Onderstepoort Journal Veterinary Research

EISEN, E.J.; BOHRE, B.B.; MCKEAN, H.E. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. **Poultry Science**, v.41, p.1461-1468, 1962.

EL BOUSHY, A. R.; RATERINK, R. **Avicultura Industrial**. p. 37-42, Nov/1985.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manejo e produção de poedeiras comerciais**. Concórdia: EMBRAPA - Suínos e Aves, 1997. 64p

ERNST, R. A.; MILLAM, J.R; MATTHER, F. B. Review of life-history lighting programs for commercial laying fowls. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.44-55, 1987.

ESMAY, M. L.; DIXON, L. E. **Environmental control for agricultural buildings**. West port: AVI, 1986. 287p.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**, 2: ed. Westport CT: ABI Publishing Co., 1969. 325p.

ETCHES, R. J. Estímulo luminoso na reprodução FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Fisiologia da reprodução de aves. Campinas, pp.59-75. 1994.

ETCHES, R. J. **Reproducción Aviar**. Zaragoza : Acribia, 1996.

FAIRCHILD, BRIAN; CZARICK, MICHAEL. O Consumo da água utilizado como uma ferramenta de manejo. **Aviagen Brasil**. Circular Técnica. Março/2007.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SOUZA, P.A.; TITTO, E.A.L. **Desempenho, temperatura corporal e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com vitaminas D e C em três temperaturas ambiente**. Revista Brasileira de ciência Avícola, v.3, n1; p. 49 – 56, 2001.

FERREIRA ,J. H. **Posicionamento de ventiladores em galpões para frangos de corte**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 68p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) Universidade Federal de Viçosa, 1996.

FERREIRA, L.F.S.A.; TURCO, J.E.P. **Avaliação do consumo e custo de energia elétrica em galpão para criação de frangos de corte em dois ciclos de criação**. In: AGREENER. III Encontro de Energia no Meio Rural, UNICAMP, Campinas-SP, 12 a 15 de setembro de 2000, CD-ROM.

FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; PESTI, G.M.; RAHN, A.P. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. **Poultry Science**, v.62, p.1800-1805, 1983.

FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; PESTI, G.M.; RAHN, A.P. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. **Poultry Science**, v.62, p.1800-1805, 1983.

FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; RAHN, A.P.; SAVAGE, S.I. The influence of layer flock age and egg component yields and solids content. **Poultry Science**, v.60, p.983-987, 1981.

FONSECA, J. M. **Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho de frangos de corte criados em sistema de nebulização e ventilação em túnel.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 57 p. il. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FONSECA, J. M. **Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho de frangos de corte criados em sistema de nebulização e ventilação em túnel.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 57 p. il. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FREEMAN, B. M. **The fowl and physical environment.** Worlds Poultry Science Journal. V. 25, n.2, 1968, p. 99-111.

FREITAS, H. J.; GEWEHR, C. E. et al. Concentração de postura de poedeiras vermelhas sob fotoperíodos contínuos e intermitente. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 12. **Anais...** Lavras. 2003.

FREITAS, H.J. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência agrotecnica**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 424-428, mar./abr., 2005.

GATES, R.S. et al. Regional variation in temperature index for poultry housing. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.38, n.1, p.197-205, 1995.

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*).** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras. L. 2003.

GEWEHR, C. E. et al. Efeito de Programas de Iluminação Intermitente sobre a produção de ovos de codorna. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. **Anais...** Goiânia, 2005.

GEWEHR, C. E.; COTTA, J. T. B. et al. Efeito de programas de iluminação na produção de ovos de codorna (*Coturnix japonica*). **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 857-865, jul./ago., 2005.

GEWEHR, C. E.; FREITAS, H. J. et al. Efeito do fotoperíodo intermitente na constituição dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 11. **Anais...** Lavras, 2002.

GEWEHR, C. E.; FREITAS, H. J. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p. 54-62, 2007.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p. 2022-2039, 1982.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.

HEIMAN, V.; CARVER, J.S. The albumen index as a physical measurement of observed egg quality. **Poultry Science**, v.15, p.141-148, 1936.

HOLTS, W. F.; ALMQUIST, H.J. Measurement of deterioration in the stored hen's egg. **United States Egg Poultry Magazine**, v.38, p.70, 1932.

HY-LINE. **Manual técnico de poedeiras leves**. <http://www.hy-linedobrasil.com.br> . 15 mai. 2007. Acesso em: 15/01/2009.

IESNA – Illuminating Engineering Society. **Effects on poultry**. New York. Capturado em 06 mai. 2001. On line. <http://www.iesna.org>

IESNA. **Effects on poultry**. <http://www.iesna.org>. 06 mai. 2001. Acesso em: 05/01/2009.

IGONO, M. O.; JOHNSON, H. D.; **Physiologic stress index of lactating dairy cows based on diurnal pattern of rectal temperature Summer season.** Journal of Dairy Science, v. 68, p. 979 - 985, 1992.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, BR. Glossário. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/glossario/glossario.html#T>. Acesso em: 27/12/2008.

ISA BABCOCK BREEDERS. **Management guide ISA BABCOCK white aggs layes.** Ithaca: 1982. 256p.

JACKSON, D.A.; DALIBARD, P. The measurement and validation of the technique of using digestible amino acids for diet formulation in poultry and swine. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES. Campinas, 1995. *Anais ...* Campinas:1995. p.47-72.

JACOME, I.M.T.D. **Efeitos de dois sistemas de acondicionamento sobre os índices ambientais e zootécnicos de poedeiras semi pesadas, PB.** Campina Grande: UFCG, 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, 2005.

JACOME, I.M.T.D.; FURTADO, D. A; LEAL, A.F, SILVA, J.H.V. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.5, p.527–531, 2007

JORDAN, R.A. **Análise energética e econômica de sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis.** Cascavel: UNIOESTE, 2001. 65p. Dissertação Mestrado .

JORDAN, RODRIGO A.; TAVARES, MARIA H. F. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v.9 n.3, jul./set., p.420-423. 2005.

JUNQUEIRA, O. M; FILHO, B.C. **Efeitos das Fontes e Níveis de Sódio, Cloro e Potássio e da Relação (Na + K)/Cl, sobre o Desempenho e Características do Plasma Sangüíneo de Poedeiras Comerciais.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.29, n.4; Viçosa July./Aug. 2000.

KESHAVARZ, K. Laying hens respond differently to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic phosphate. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 5, p. 687-703, May 1994.

KIDWELL, M.G.; NORDSKOG, A.W.; FORSYTHE, R.H. On the problem of correcting albumen quality measures for egg weight. **Poultry Science**, v.43, p.42-49, 1964.

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

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**, Nottingham, 1992. p.178-183.

LEWIS, P.D.; MORRIS, T.R. **Responses of domestic poultry to various light sources.** World's Poultry Science Journal, Washington, v.54, p.7-25,1998.

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

LIMA, MATHEUS RAMALHO DE; SILVA, JOSÉ HUMBERTO VILAR DA. Efeito da relação lisina:arginina digestível sobre o desempenho de poedeiras comerciais no período de postura. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.4, p.118-124, 2007.

LLOBET, J. A. C.; PONTES, M. P.; GONZALEZ, F. F. Características del huevo fresco. In: _____. **Producción de huevos.** Barcelona: Tecnograf S.A., 1989. p. 54.

MACARI, M.. **Conforto ambiental para aves: ponto de vista do fisiologista.** In: Simpósio Goiano de Avicultura, 2., Goiânia,. Anais..., UFG. 1996.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal : FUNEP/UNESP, 1994. 246p.

MAC NAMARA, D. Corrigindo mitos relacionados com a dieta: reabilitação dos ovos. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2., 2001, São Paulo, **Anais...** São Paulo: APA, 2000, p.109-120.

MEDEIROS, C. M.; Baêta, F. C.; Oliveira, R. F. M.; Tinôco, I. F. F.; Albino, L. F. T.; Cecon, P. R. **Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 660-665, 2005.

MILLIGAN, J. L.; WINN, P.N. **The influence of temperature and humidity on broiler performance in environmental chambers**. Poultry Science, v.43, 1964, p.817-824.

MOLINA, J. **Manejando reproductoras en climas tropicales**. Venezuela, 1992. P- 15 - 17. Indústria Avícola: Avícola watt. Marzo, v.39, n.3, 1992.

MORAES, S.R. P.; **Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, para diferentes coberturas, durante o verão**. Viçosa: UFV, 73p. 1999. (Dissertação de Mestrado).

MOREIRA, V. A. *Iluminação e fotometria: teoria e aplicação*. 2. Ed., São Paulo: EDGARD BLUCHER, 1982, p. 1-24.

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

MORRIS, T. R.; MIDGLEY, M.; BUTLER, E. A. Effect of age at starting biomittent lighting on performance of laying hens. **British Poultry Science Journal**, Madson, v.31, p.447-455, 1990.

MORRIS, T. R.; MIDGLEY, M.; BUTLER, E. A. Experiments with the Cornell intermittent lighting system for laying hens. **British Poultry Science Journal**, Madson, v.29, p.325-332, 1988.

MOURA, D. J. Ambiência na avicultura de corte. SILVA. I. J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, p. 81 - 93, 2001.

MURAKAMI, A. E.; BARRIVIERA, V. A.; SCAPINELLO, C; BARBOSA, M. J.; VALÉRIO, S. R. Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade interna do ovo de codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) para consumo humano. **Revista Unimar**, Maringá, v. 16, suplemento 1, p. 13-25, 1994.

NÄÄS, I. A. **Princípio de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183p.

NISKIER, J.; MACINTYRE, A. J. **Instalações Elétricas**. 4.ed., Rio de Janeiro: LTD, 2000, p.241-306.

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

OLIVEIRA, J. E. F. **Níveis de cálcio, forma de fornecimento de calcário e qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de posturas**. 1995. 102 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, J.E.F.; OLIVEIRA,B.L.; BERTECHINI, A .G. **Níveis de cálcio, granulometria e horário de fornecimento do calcário no desempenho e na qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura**. Ciên. e Agrotec., Lavras, v. 21, n.4, p.502-510, out/dez, 1997.

OLIVEIRA, RITA FLÁVIA MIRANDA DE; DONZELE, JUAREZ LOPES; ABREU, MÁRVIO LOBÃO TEIXEIRA DE; FERREIRA, RONY ANTÔNIO; VAZ, ROBERTA GOMES MARÇAL VIEIRA; CELLA, PAULO SEGATTO. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, vol. 35, no. 3, pp. 797-803. 2006.

OSTRANDER, C. E.; TURNER, C. N. Effect of various intensities of light on egg production of single comb white leghorn pullets. **Poultry Science**, Ontário, v.40, p.1440, 1962.

PARSONS, C.H.; MINK, L.D. Correlation of methods for measuring the interior quality of eggs. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.484-489, 1937.

PASCOAL, L. A. F.; BENTO JUNIOR, FRANCISCO DE A. et al. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.9, n.1, jan/mar p. 150-157, 2008.

PENZ JR., A.M. 1989. **Estresse pelo calor: efeitos em frangos e matrizes - manipulação do equilíbrio ácidobase**. In: APINCO. Anais. p.139-46.

PHILIPS. **Manual técnico de produtos para iluminação**. <http://www.philips.com.br> . 15 mai. 2008. Acesso em: 15/01/2009.

PIASENTIN, J.A. **Conforto medido pelo índice de temperatura de globo e umidade na produção de frangos de corte para dois tipos de pisos em Viçosa, M.G.** Viçosa, MG, UFV, 1984. 98p. (Dissertação de Mestrado).

PIRES, M. F. A.; FERREIRA, A. M.; SATURNINO, H. M.; TEODORO, R. L. Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 1, p. 1-10, 2002.

PROUDFOOT, F.G. The decline of internal egg quality during storage at 30°F and 70°F among six strains of Leghorns reared in confinement and on range. **Poultry Science**, v.41, p.98-103, 1962.

REECE, F. N.; LOTT, B. D. **Heat and moisture production of broiler chickens**. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, Iowa, 1982, State University, Ames, Iowa, 1982. P.330-337.

REECE, F. N.; LOTT, B. D.; DEATON, L. W.; BRANTON, S. L. **Meal feeding and broiler performance**. Poutry Sci., West Lafayette, v.65, n.12.p.1497-1501, 1986.

RODRIGUES, E.A.; JUNQUEIRA, O. M; VALÉRIO, M. **Níveis de sódio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura**. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol. 33 no. 2. Viçosa Mar./Apr. 2004.

RODRIGUES, P. B. **Fatores que afetam a qualidade do ovo de poedeiras de segundo ciclo**. 1995. 156 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, P.C. **Contribuição ao estudo da conversão de ovos de casca branca e vermelha**. Piracicaba, 1975. 57p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ROLLER, W.L.; STTOMBAUGH, D.P. **The influence of environmental factors on reproduction of livestock**, St. Joseph- Michigan. P.31-50, 1974. In: Symposium I international Livestock Environment. ASAE St. Joseph. 1974. 429p.

ROSA, Y. B. C. J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa - MG**. UFV, 1984. 77 p. (Dissertação de Mestrado).

ROSA, PAULO SERGIO; AVILA, VALDIR SIQUEIRA. Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de ovos em matrizes de frangos de corte. **Comunicado Técnico** / 246 / Embrapa Suínos e Aves, p. 1–3 Maio/2000.

ROSEMBERG, L. G. B. L.; VERNIS, S. B. HUMAN AND ANIMAL BIOMETEROLOGY in: **Microclimate - The biological environment**. 2 ed. New York: Wiley – InterScience 1983. p. 425-467.

ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. **Poultry Science**, v.74, p.152-160, 1995.

ROWLAND, K.W. Intermittent lighting for laying fowls: a review. **World's Poultry science Journal**, Madson, v.41, p.5-20, 1985.

SAINSBURY, D. **Sanidad y Alojamientos para animales**. Compañía Editorial Continental, S.A Espana, 1971. 196p.

SAMPAIO, C. A. P. **Caracterização dos ambientes térmico, aéreo e acústico em sistemas de produção de suínos, nas fases de creche e terminação**. Tese (Doutor em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

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

SAUVEUR, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs** . Paris: INRA, 1988. 450 p.

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

SCOTT, T.A.; SILVERSIDEST, B. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 1725-1729, 2000.

SCOTT, T.A., SILVERSIDES, F.G Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 1240- 1245, 2001.

SESTI, L.A; ITO, N.M.K. **Enfermidades do sistema reprodutor**. In: BERCHIERI JUNIOR, A.; MACARI, A. Doença das aves. Campinas: FACTA, p.81-128. 2000.

SILVA, I. J. O.; GUELFILHO, H.; CONSIGLIERO. F. R. **Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos**. Engenharia Rural, v. 1. n. 2, p. 43-55, 1990.

SILVA, I.J.O.; GHELFILHO, H.; CONSIGLIERO, F.R. **Materiais de cobertura para instalações animais**. Engenharia Rural, v.1, n.1, p.51-60, 1990.

SILVA, EDUARDO TEIXEIRA. Índice de temperatura e umidade (itu) na produção de aves para mesorregião do noroeste e norte pioneiro paranaense. **Revista Acadêmica.**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 385-390, out./dez. 2007.

SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v.72, p.760-764, 1993.

SILVERSIDES, F.G.; VILLENEUVE, P. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? **Poultry Science**, v.73, p.50-55, 1994.

SKOUGLUND, W.C. et al. Light intensity required for maximum egg production in hens. **Poultry Science, Champaign**, v.54, p.1375-1378, 1975.

SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno.** Teses (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas. 2002.

SOUZA, BONIFÁCIO BENICIO DE; BERTECHINI, ANTÔNIO GILBERTO; TEIXEIRA, ANTÔNIO SOARES; LIMA, JOSÉ AUGUSTO DE FREITAS; FREITAS, RILKE TADEU FONSECA DE. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido-básico e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência agrotecnica**, Lavras. V.26, n.6, p.1297-1304, nov./dez., 2002 .

STROM, J. S.; FUENSTRA, A. **Heat low cattle, minimum and poultry St. Joseph:** American Society of Avicultural Engineers, 1980. P.75. (Paper, 80.4021).

TADTIYANANT, C; LYONS, J.J.; VANDEPOPULIERE, J.M. Influence of wet and dry feed on laying hens under heat stress. **Poultry Science**, v.70, p. 44-52, 1991.

TEIXEIRA,V.H. **Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para a região de Viçosa e Visconde do Rio Branco, M.G.** Viçosa: UFV, !., 23. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, 1983.

THIMMONS, M. B.; GATES, R. S. **Predictive model of laying hen performance to air temperature and evaporative cooling.** Transactions of the ASAE, Michigan, v. 31, n. 5, p. 1503-1509, 1988.

THIMONIER, J. Photopériode et reproduction. **INRA Productions Animales**, v.9, n 1, p. 3-8, 1996.

THOM, E.C. **Cooling degree – days Air conditioning heating and ventilating.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, v.55, n.7, p. 65-72, 1958.

TIENHOVEN, A. V.; OSTRANDER, C. E. Short total photoperiods and egg production of white leghorns. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v. 55, p.1361-1364, 1976.

TINÔCO, I.F.F. 1996. **Conforto ambiental para aves: ponto de vista do engenheiro**. In: Simpósio Goiano de Avicultura, 2., Goiânia, 1996. Anais. Goiânia, UFG/AGA. p.47-56.

TINÔCO, I. F. F., **Ambiência e instalações para a avicultura industrial** In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Lavras-MG. 1998. 82p.

TINÔCO, I. F. F., **Ambiência e instalações na produção de matrizes avícolas**. SILVA. I. J. O., **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, p. 17- 27, 2001.

TINÔCO, I. F. F., **Avicultura industrial**: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas. V. 3, n. 1, p 1 - 26, 2001.

TRINDADE, JAIR L.; NASCIMENTO, JOSÉ W. B. E FURTADO, DERMEVAL A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 11, no. 6, pp. 652-657. 2007.

TURCO, J.E.P.; MILANI, A.P.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. **Análise do consumo de energia elétrica e eficiência de conjuntos motor-ventilador utilizados na avicultura brasileira**, Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP, v.18, n.1, p.1-12, set., 1998.

TURCO, J.E.P.; Milani, A.P.; Furlan, R.L.; Macari, M. **Análise do consumo de energia elétrica e eficiência de conjuntos motor-ventilador utilizados na avicultura brasileira**. Engenharia Agrícola, Campinas, v.18, n.1, p.13-19, 1998.

TUCKER, S.A; CHARLES, D.R. Light intensity, intermittent light and feeding regimens during rearing as affecting egg production and egg quality. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 34, p. 255-266, 1993.

UBA-União Brasileira de Avicultura. **Protocolo de Bem-Estar para Aves Poedeiras**. Jun, 2008. Capturado em 26 de jul. 2008. Online. Disponível em: www.ubs.org.br

WILGUS, H.S.; WAGENEN, A. van. The height of the firm albumen as a measure of its condition. **Poultry Science**, v.15, p.319-321, 1936.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.5-16, 1992.

YOUSEF, M.K. **Stress Physiology in Livestock**. Vol III. Poultry. Lãs Vegas, Nevada, CRC Press, Inc., 1985. 159p.

ZANOLLA, N. Efeito do **sistema de ventilação lateral e em túnel na produção de frangos de corte em alta densidade**. Viçosa: UFV, 81p. 1998. (Dissertação de Mestrado)

ZULOVICH, J. M.; DESHAZER, J.A. **Estimating egg production declines at high environmental temperatures and humidities**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1990. P.34. (Paper, 90.4021).

ZUMBADO, M. **La gravedad específica para determinar la calidad Del cascarón**. Avicultura Professional, n.2, p.8-10, Marzo 1983.

ANEXO A

Este anexo apresenta as Figuras relativas as etapas de alojamento das aves e processamento dos ovos.



Figura 23 – Visualização do tratamento testemunho.



Figura 24 – Visualização do tratamento vapor de sódio 70W



Figura 25 – Visualização da esteira central de transporte dos ovos.

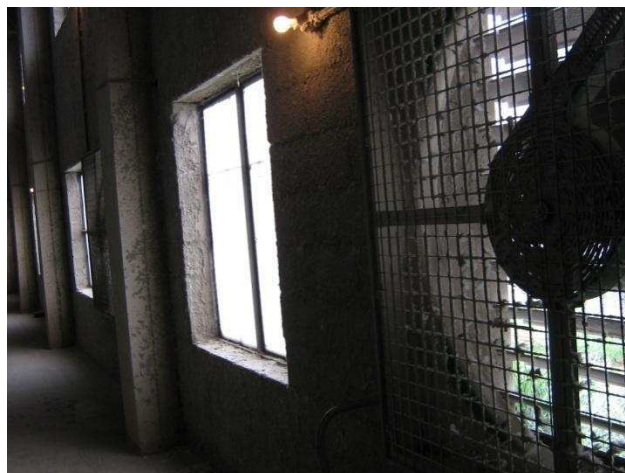


Figura 26 – Visualização dos exaustores.



Figura 27 – Visualização da 1ª seleção nos ovos.



Figura 28 – Visualização da máquina de lavagem dos ovos.



Figura 29 – Visualização da máquina de seleção de ovos.



Figura 30 – Visualização da máquina de empacotamento.



Figura 31 – Visualização do setor de empacotamento e embalagem.



Figura 32 – Visualização da diferença de tamanho nos ovos observados na pesquisa.

ANEXO B – Características técnicas das lâmpadas utilizadas.

Este anexo contém as informações referentes às características técnicas e dados de reator fornecidas pelo fabricante das lâmpadas utilizadas no experimento.

A – Testemunha 60W

Foto ilustrativa:



Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 33 - Lâmpada de filamento Incandescente de 60W

Características técnicas da lâmpada:

Código Comercial	Potência (W)	Tensão (V)	Base	Acabamento	Fluxo luminoso (lm)	Vida média (*) (h)
■ STD-I27V25-N	25	127	E27	CLARA	230	1000
■ STD-220V25-N	25	220	E27	CLARA	220	1000
■ STD-I27V40-N	40	127	E27	CLARA	516	1000
■ STD-220V40-N	40	220	E27	CLARA	415	1000
■ STD-I27V60-N	60	127	E27	CLARA	864	1000
■ STD-220V60-N	60	220	E27	CLARA	715	1000
■ STD-I27V100-N	100	127	E27	CLARA	1620	1000
■ STD-220V100-N	100	220	E27	CLARA	1350	1000
■ STD-I27V150	150	127	E27	CLARA	2505	1000
■ STD-220V150	150	220	E27	CLARA	2180	1000
■ STD-I27V200	200	127	E27	CLARA	3520	1000
■ STD-220V200	200	220	E27	CLARA	3090	1000

(*) Expectativa de vida desta lâmpada com base no uso médio residencial de 1 000 horas/ano, em tensão elétrica padronizada.

■ Luz Clara

Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

B – Vapor de Sódio de Alta Pressão de 70W.

Foto ilustrativa:



Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

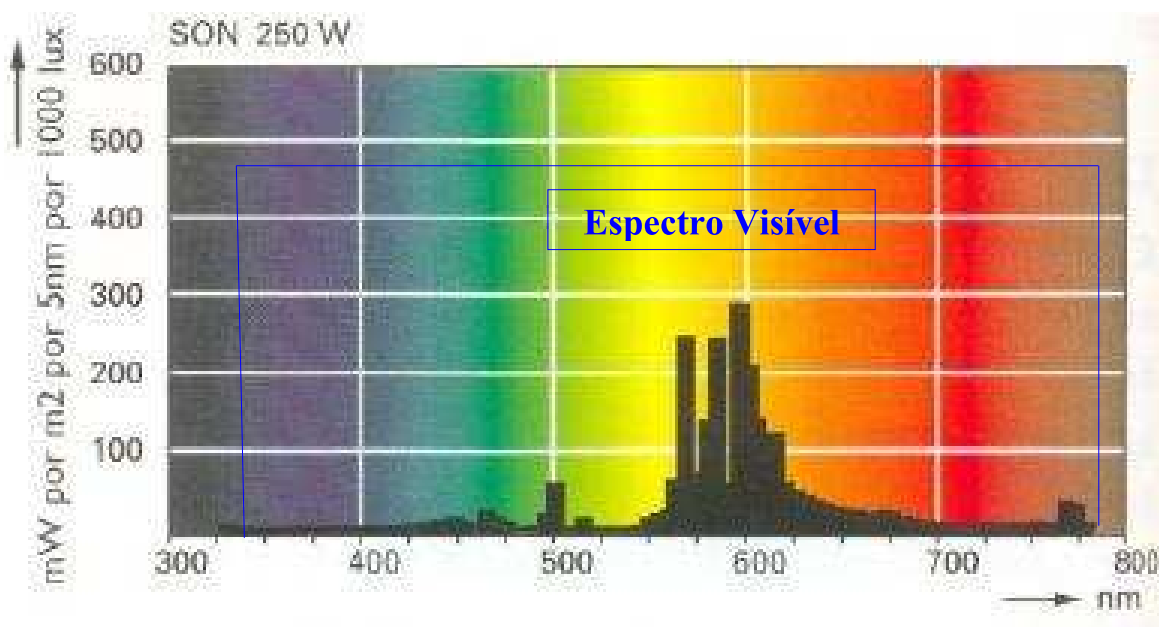
Figura 34 - Lâmpada de Vapor de Sódio de Alta Pressão de 70W

Características técnicas da lâmpada:

Descrição Comercial	Potência (W)	Base	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)	Temperatura de cor (K)
SON70W-E Pro	70	E27	5.600	80	1.950

Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 15 - Características técnicas da lâmpada de Vapor de Sódio de 70W.



Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 36– Curva espectral da lâmpada de Vapor de Sódio de 70W

Dados do Reator:

Dados técnicos relacionados à economia de energia

Código Comercial	Lâmpadas (W)	Ignitor	Perda (W)	Δt (°C)	Alimentação Rede (V)	Freq. (Hz)	Corrente de rede (A)	Fator de Potência	tw (°C)	Capacitor (µF x V)
VSTI70B26IG P ***	70W	IGN70-P	14,0	90	220	60	0,98	0,40	130	10 x 250
VSTI70A26IG P **	70W	IGN70-P	14,0	90	220	60	0,40	0,95	130	10 x 250

Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 37 – Características técnicas do reator para lâmpada de Vapor de Sódio

C - Vapor de Mercúrio de 125W

Foto ilustrativa:



Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 38 – Lâmpada de Vapor de Mercúrio de 125W

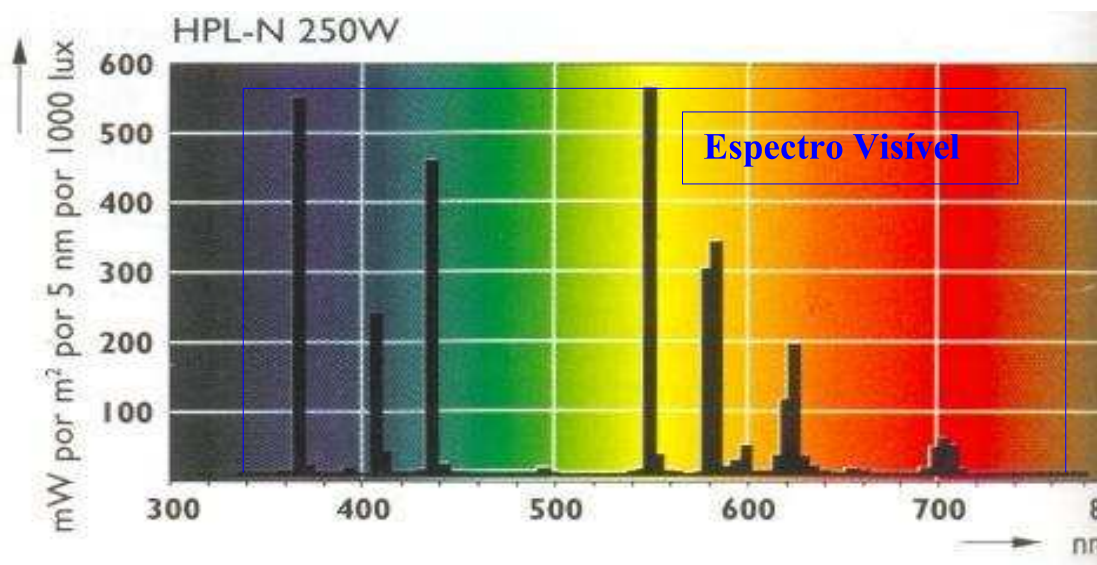
Características técnicas da lâmpada:

Descrição Comercial	Potência (W)	Base	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)	Temperatura de cor (K)	Índice de reprodução de cor (IRC)
HPLN80W	80	E27	3.700	46	4.300	48
HPLN125W	125	E27	6.200	50	4.100	46
HPLN250W	250	E40	12.700	51	4.100	40

Fonte: Catálogo de Produtos Philips

Figura 39 – Características técnicas da lâmpada de Vapor de Mercúrio de 125W

Curva espectral:



Fonte: Catálogo de Produtos Philips

Figura 40 – Curva espectral da lâmpada de Vapor de Mercúrio de 125W

Dados do Reator:

Código Comercial	Lâmpadas	Perdas	Δt	Alimentação		Corrente da rede (A)	tw (°C)	Fator de Potência	Corrente corrigida (A)	Capacitor (***)
	(W)	(W)	(°C)	Rede (V)	Freq. (Hz)					$\mu F \times V$
VMTH80A26 P**	80W	11,0	65	220	60	0,42	105	0,95	-	07 x 250
VMTE80A26 P*	80W	11,0	65	220	60	0,42	105	0,95	-	-
VMTH125A26 P**	125W	14,0	90	220	60	0,65	130	0,95	-	07 x 250

Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 41 – Características técnicas de reator para lâmpada de Vapor de Mercúrio de 125W.

D - Fluorescente Compacta Integrada de 23W Amarela

Foto ilustrativa:



Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 2– Lâmpada Fluorescente Compacta Integrada de 23W modelo Twister

Características técnicas da lâmpada:

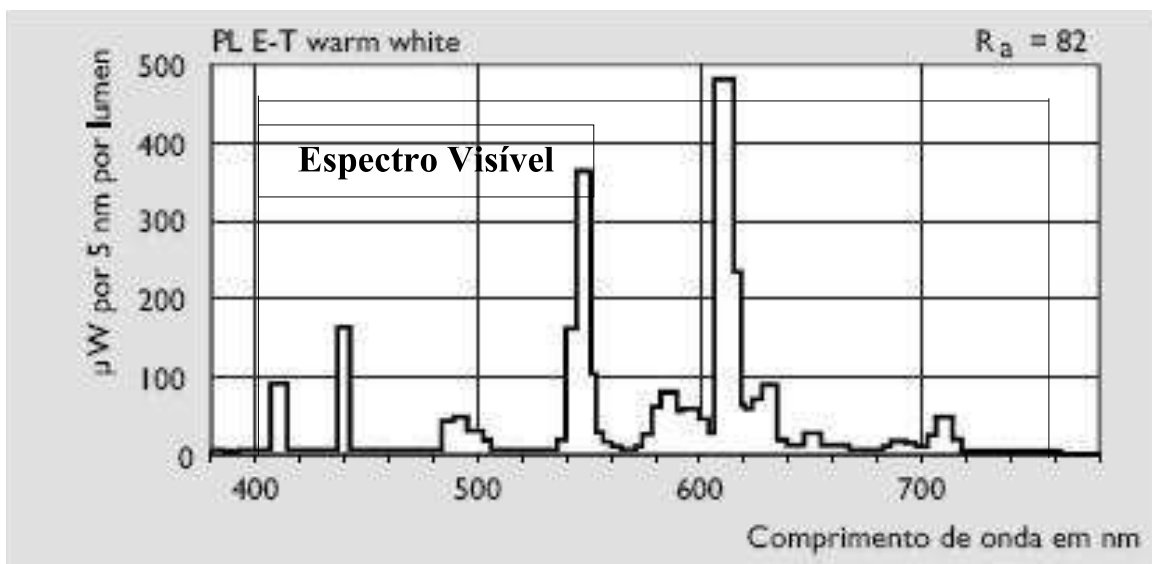
Código Comercial	Cor	Potência (W)	Base	Tensão/ Frequência (V/Hz)	Temperatura de cor (K)	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência (lm/W)	IRC
PLWTWIST15W127BL	luz amarela	15	E27	110-127V/50-60Hz	2700	1000	67	82
PLWTWIST15W220BL	luz amarela	15	E27	220-240V/50-60Hz	2700	1000	67	82
PLWTWIST20W127BL	luz amarela	20	E27	110-127V/50-60Hz	2700	1350	68	82
PLWTWIST20W220BL	luz amarela	20	E27	220-240V/50-60Hz	2700	1350	68	82
PLWTWIST23W127BL	luz amarela	23	E27	110-127V/50-60Hz	2700	1550	68	82
PLWTWIST23W220BL	luz amarela	23	E27	220-240V/50-60Hz	2700	1550	68	82
PLDTWIST15W127BL	luz branca	15	E27	110-127V/50-60Hz	6500	950	64	78
PLDTWIST15W220BL	luz branca	15	E27	220-240V/50-60Hz	6500	950	64	78
PLDTWIST20W127BL	luz branca	20	E27	110-127V/50-60Hz	6500	1250	63	78
PLDTWIST20W220BL	luz branca	20	E27	220-240V/50-60Hz	6500	1250	63	78
PLDTWIST23W127BL	luz branca	23	E27	110-127V/50-60Hz	6500	1450	63	78
PLDTWIST23W220BL	luz branca	23	E27	220-240V/50-60Hz	6500	1450	63	78

■ Luz Clara ■ Luz Suave

Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 43 – Características técnicas da lâmpada Fluorescente Compacta Integrada de 23W

Curva espectral:



Fonte: Catálogo de Produtos Philips.

Figura 44 – Curva espectral da lâmpada Fluorescente Compacta Integradas de 23W

Características das Luminárias utilizadas no experimento.

Este anexo contém as informações técnicas das luminárias utilizadas no experimento.

A – Refletor aberto tipo prato.

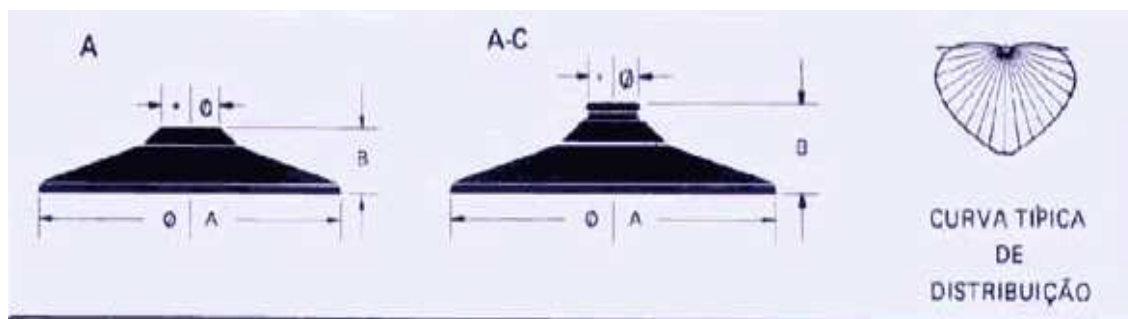
Foto Ilustrativa:



Fonte: Catálogo de produtos Portolux.

Figura 45 - Refletor aberto tipo prato sem colarinho.

Características técnicas:



Fonte: Catálogo de produtos Portolux.

Figura 46 – Características técnicas do refletor aberto tipo prato sem colarinho.

ANEXO C

Análise dos parâmetros climáticos – Figuras Mensais

Etapa 1

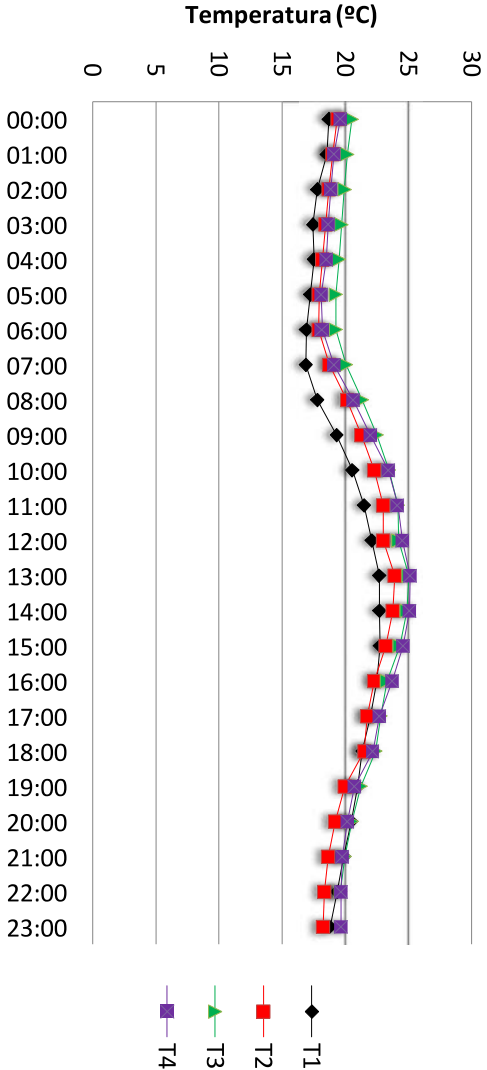


Figura 47– Médias de temperatura do ar para o mês de Julho de 2008.

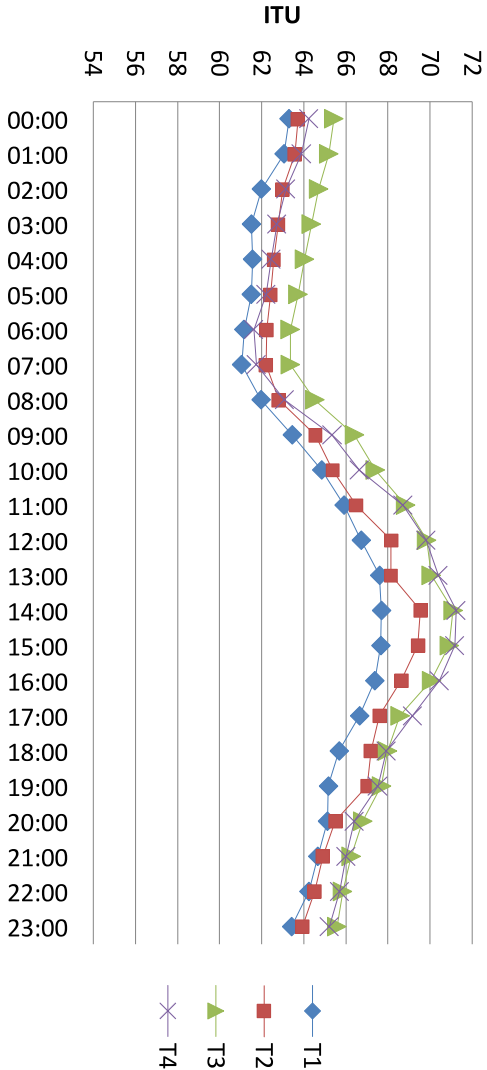


Figura 48– Médias de ITU para o mês de Julho de 2008.

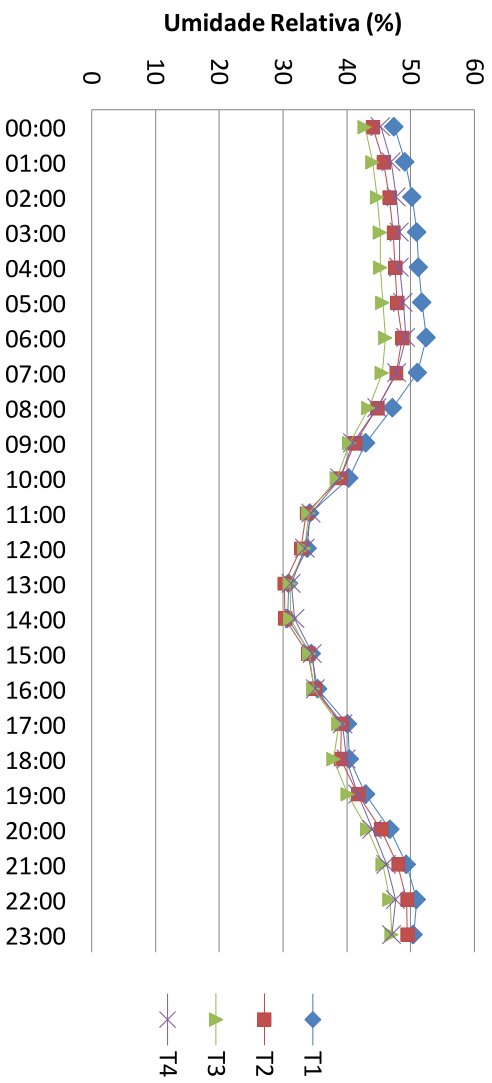


Figura 49– Médias de umidade relativa do ar para o mês de Julho de 2008.

- Etapa 2

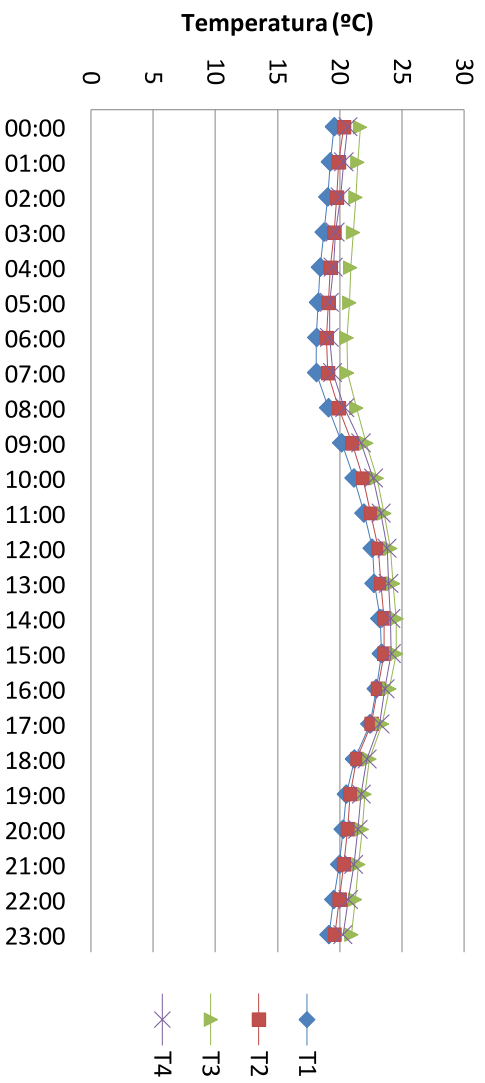


Figura 50 – Médias de temperatura do ar para o mês de Agosto de 2008.

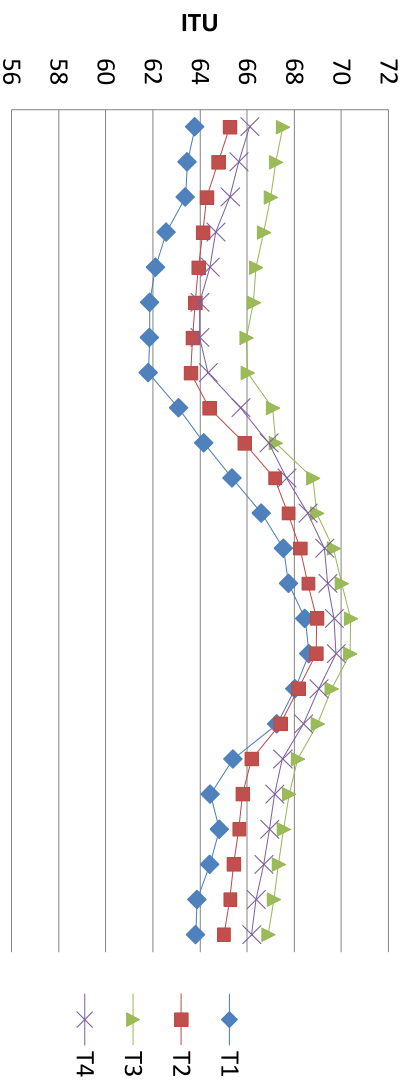


Figura 51 – Médias de ITU para o mês de Agosto de 2008.

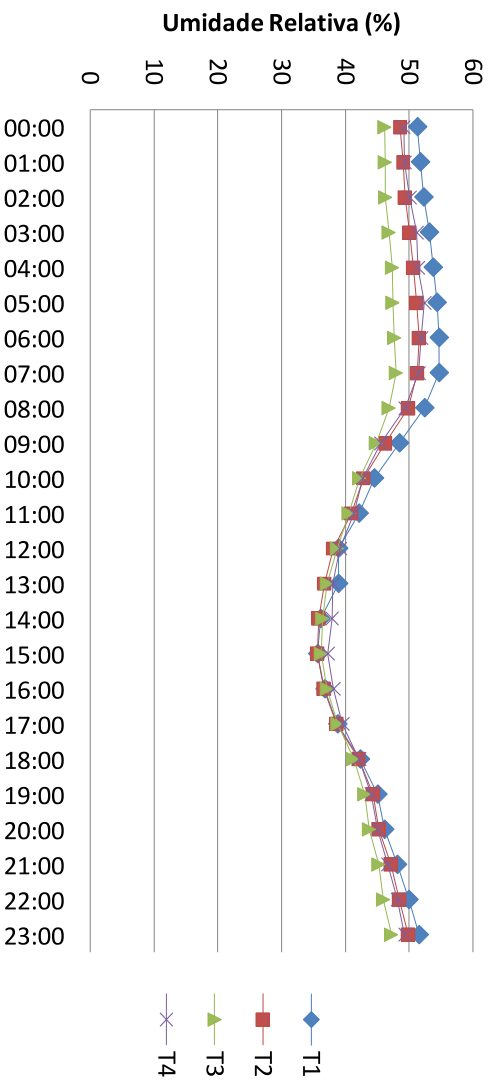


Figura 52 – Médias de umidade relativa do ar para o mês de Agosto de 2008.

- Etapa 3

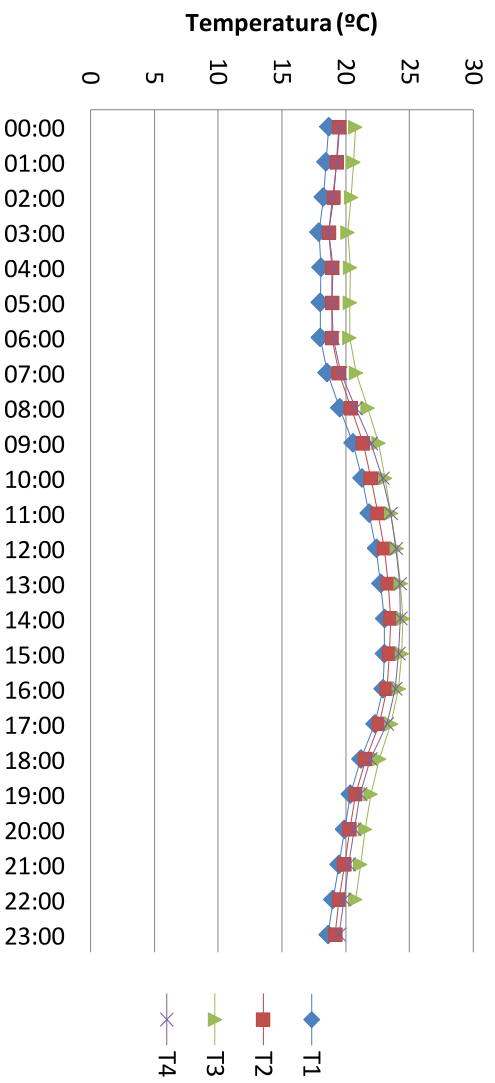


Figura 53 – Médias de temperatura do ar para o mês de Setembro de 2008.

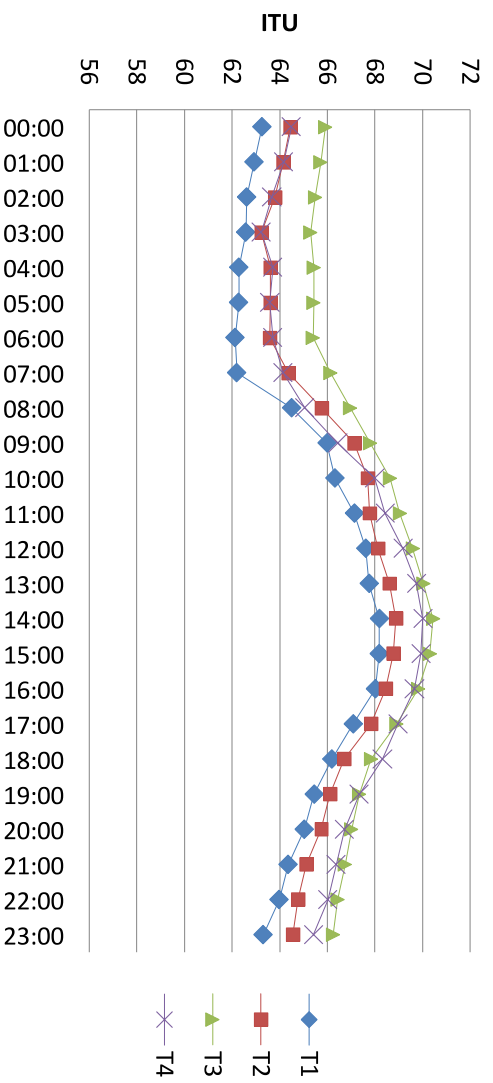


Figura 54 – Médias de ITU para o mês de Setembro de 2008.

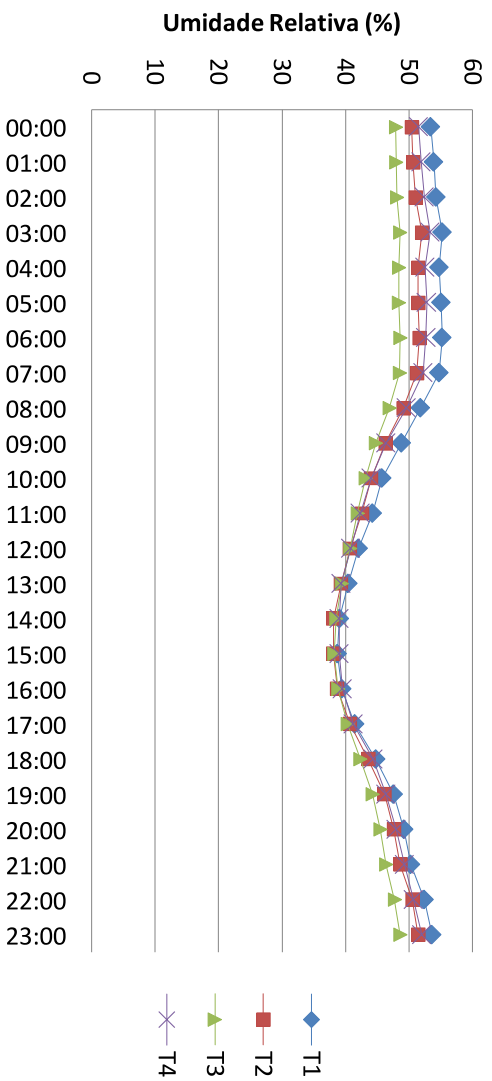


Figura 55 – Médias de umidade relativa do ar para o mês de Setembro de 2008.

- Etapa 4

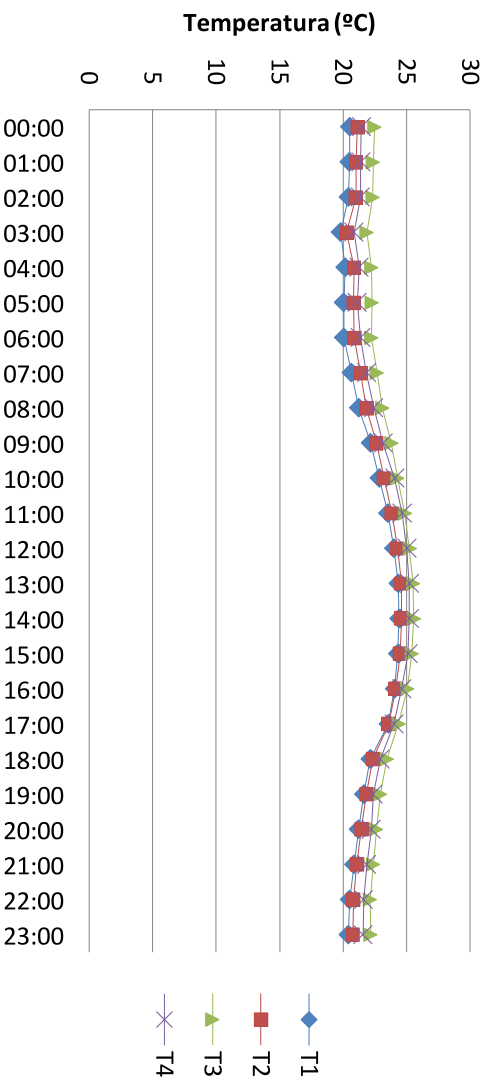


Figura 56 – Médias de temperatura do ar para o mês de Outubro de 2008.

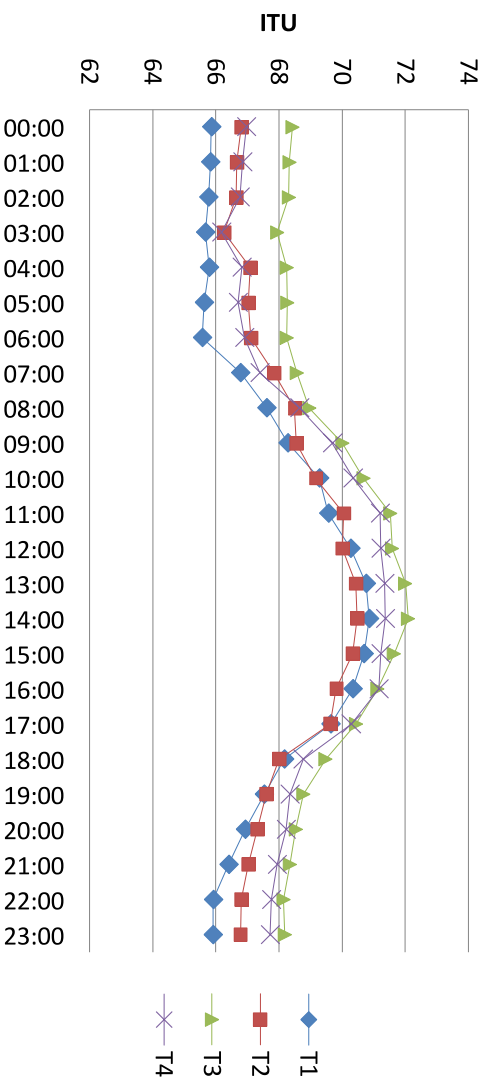


Figura 57 – Médias de ITU para o mês de Outubro de 2008.

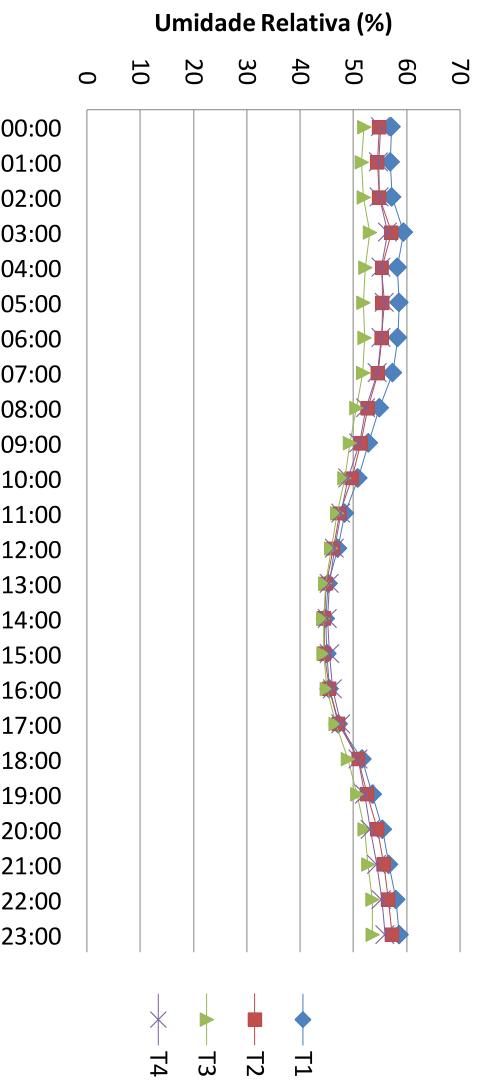


Figura 58 – Médias de umidade relativa do ar para o mês de Outubro de 2008.

- Etapa 5

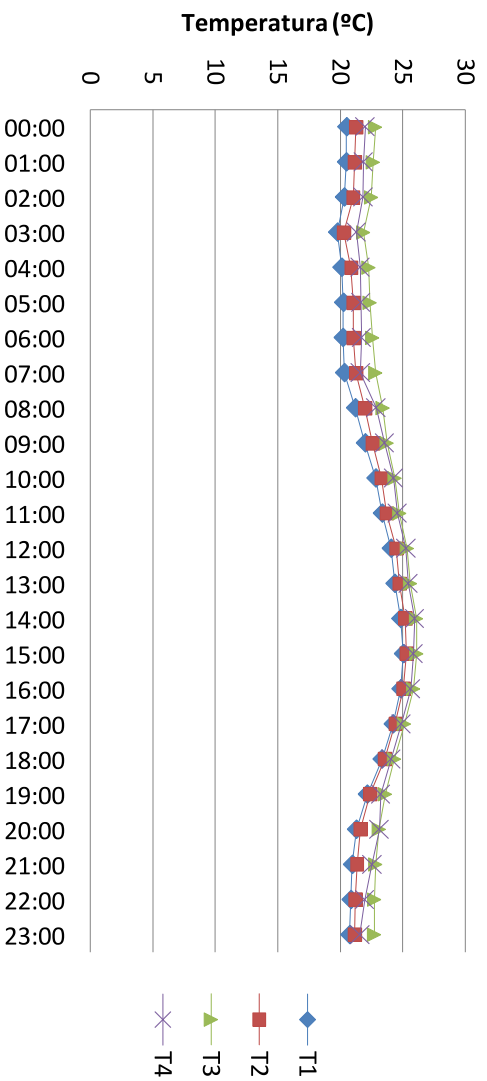


Figura 59 – Médias de temperatura do ar para o mês de Novembro de 2008.

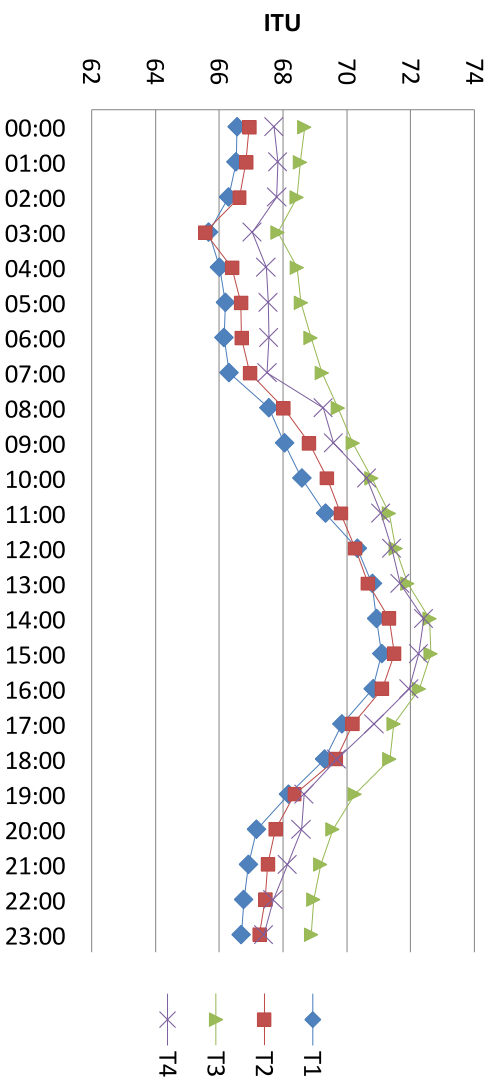


Figura 60 – Médias de ITU para o mês de Novembro de 2008.

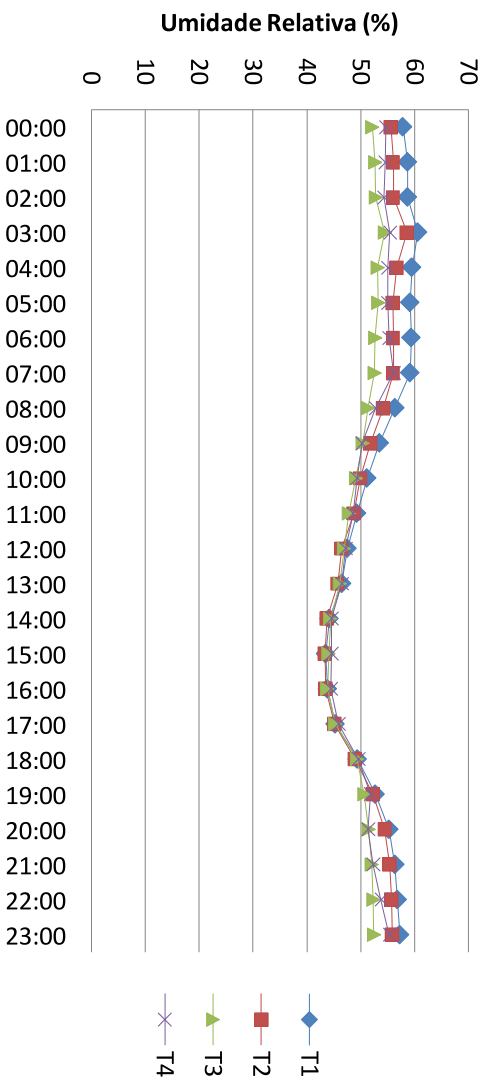


Figura 61 – Médias de umidade relativa do ar para o mês de Novembro de 2008.

- Etapa 6

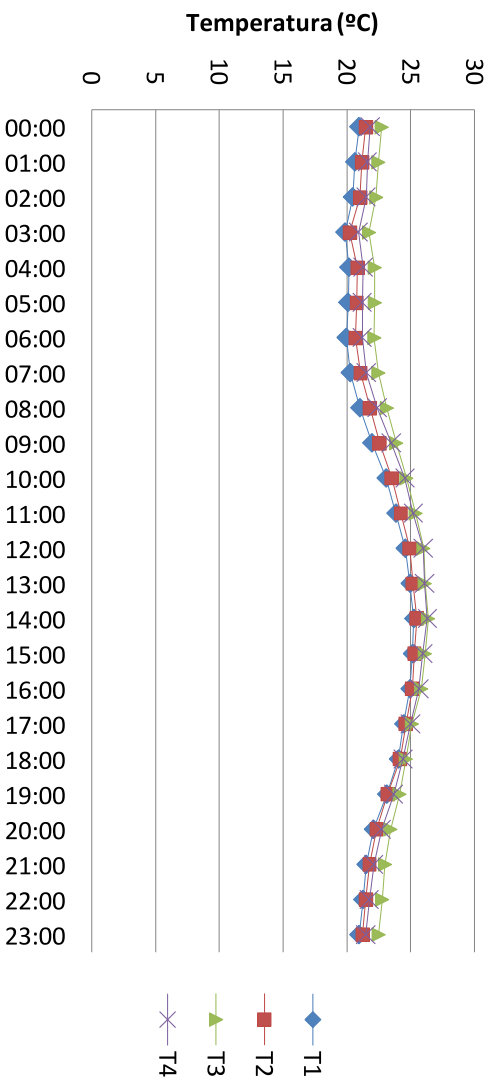


Figura 62 – Médias de temperatura do ar para o mês de Dezembro de 2008.

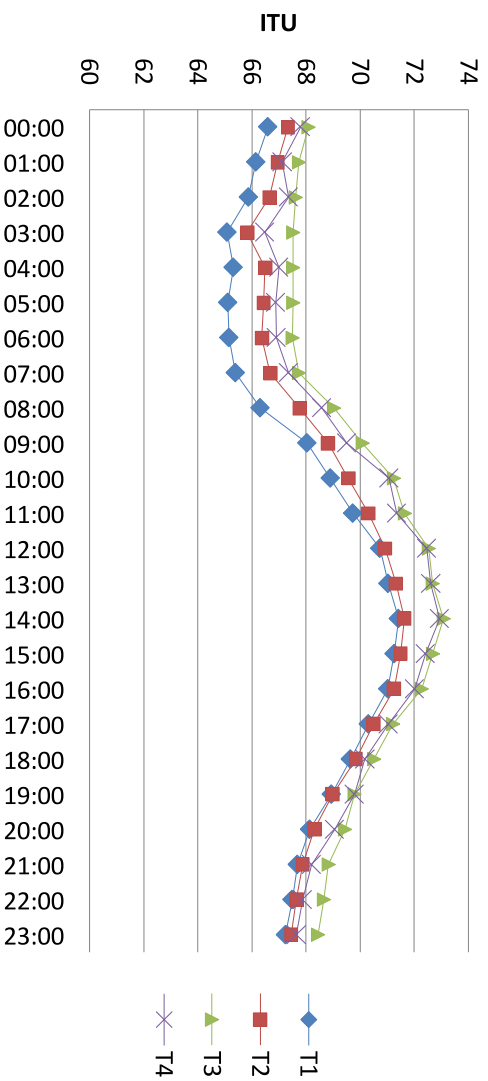


Figura 63 – Médias de ITU para o mês de Dezembro de 2008.

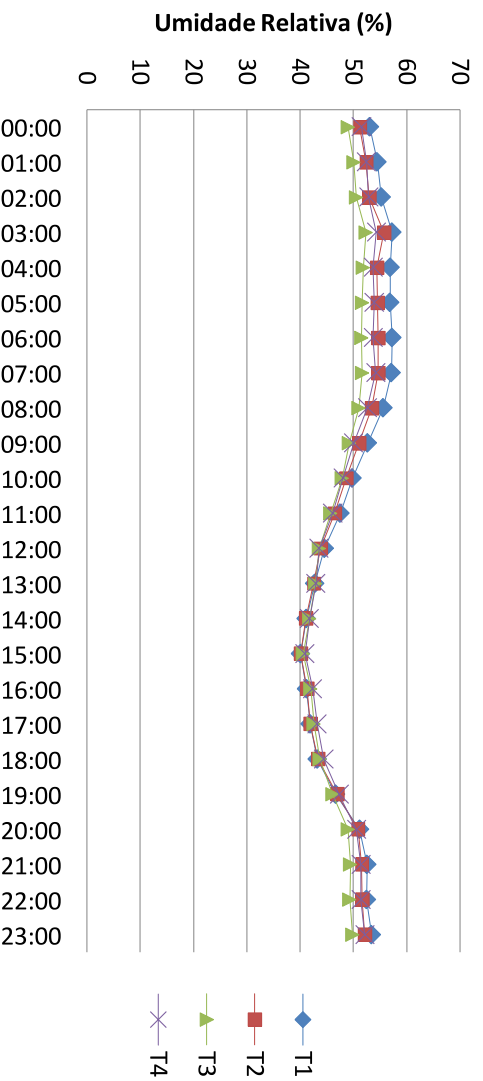


Figura 64 – Médias de umidade relativa do ar para o mês de Dezembro de 2008.