

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR EM  
TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**LEOCIR LUIS KLERING**

**VIABILIDADE NO USO DE LÂMPADAS LED EM UM NÚCLEO DE  
RECREIAÇÃO DE UMA UNIDADE PRODUTORA DE PINTAINHOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA  
2014**

**LEOCIR LUIS KLERING**

**VIABILIDADE NO USO DE LÂMPADAS LED EM UM NÚCLEO DE  
RECREIAÇÃO DE UMA UNIDADE PRODUTORA DE PINTAINHOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me Evandro André Konopatzki  
Coorientador: Prof. Me Filipe Marangoni

**MEDIANEIRA  
2014**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### VIABILIDADE NO USO DE LÂMPADAS LED EM UM NÚCLEO DE RECREAÇÃO DE UMA UNIDADE PRODUTORA DE PINTAINHOS

Por:  
**Leocir Luis Klering**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 21:00 h do dia 2 de dezembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira. O acadêmico foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Me. Evandro André Konopatzki  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. Me. Filipe Marangoni  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Coorientador)

---

Prof. Me. Paulo Roberto Dulnik  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. Me. Samir de Oliveira Ferreira  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. Me. Paulo Job Brenneisen  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Responsável pelas atividades de TCC)

**A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial.**

## RESUMO

KLERING, Leocir Luis. Viabilidade no uso de lâmpadas LED em um núcleo de recria de uma unidade produtora de pintainhos. 2014. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

Os valores gastos com energia elétrica fazem com que as empresas busquem formas alternativas de economia ou redução de desperdícios. Neste contexto um núcleo de recria de aves poedeiras, contendo 8 barracões, instalado no oeste do Paraná realizou a troca das lâmpadas incandescentes por outra tipo LED em um de seus barracões. Neste estudo foram medidas as iluminâncias médias de um barracão com lâmpadas incandescentes e no barracão com lâmpadas LED, relacionados com a tabela referencial de iluminância (para aves, COOB) e verificada a viabilidade técnica-econômica da substituição proposta. O sistema de iluminação atual possui 60 lâmpadas incandescentes e teve iluminância média de 21,5 lux com características de não-difusidade (relação de 0,21), o cálculo luminotécnico apresentou necessidade de instalação de mais 69 lâmpadas no barracão para que este fosse adequado à norma vigente com investimento de R\$ 3.160,00 e valor final da fatura de energia elétrica de R\$ 6.033,00 mensais. Já o barracão com lâmpadas LED instaladas apresentou iluminância média de 11,2 lux e baixa difusidade (relação 0,21), sendo necessárias 321 lâmpadas para adequá-lo com investimento de R\$ 18.756,00 e faturam mensal de energia elétrica de R\$ 748,00. A análise de engenharia econômica mostrou que é viável construir novo sistema de iluminação (LED) ao invés de adequar o sistema atual, com TIR de 3,09%am, VPL de R\$ 310.644,68 ao longo da vida útil das novas lâmpadas (117 meses) - sendo este valor o economizado na fatura elétrica - e tempo de retorno do investimento de 17 meses.

**Palavras-chave:** Luminotécnica. Lâmpadas LED. Viabilidade.

## ABSTRACT

KLERING, Leocir Luis. Viability in the use of LED lamps in a recreates center of a unit producing chicks. 2014. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

Amounts spent on electricity causes companies to seek alternative forms of economy or reducing waste. In this context a center of rearing laying hens, containing 8 barracks, located in western Parana performed the exchange of incandescent bulbs by LED bulbs in one of his sheds. This study was measured the average illuminance of a shed with incandescent and in the shed with LED bulbs, related to the reference table of illuminance (birds, COOB) and verified the technical and economic feasibility of the proposed replacement. The Current Lighting System has 60 light bulbs and had illuminance Average 21.5 lux with Characteristics of Non-diffusivity (ratio of 0.21), the calculation presented the need for installation of More 69 LAMPS on the shed For That this was Suitable one current standards with investment of R \$ 3,160.00 and final value of the Electricity bill of R \$ 6,033.00 Monthly. the shed with installed LED lamps showed an average illuminance of 11.2 lux and low diffusivity (ratio 0.21), requiring 321 lamps to fit with investment of R \$ 18,756.00 and monthly electricity bill of R \$ 748.00. The economic engineering analysis showed that it is feasible to build new lighting system (LED) instead of adjusting the current system, with IRR of 3.09% per month, VPL R \$ 310,644.68 over the life of new lamps (117 months) - which is the value saved in the electric bill - and the 17-month return on investment of time.

**Keywords:** Lighting technique. LED lamps. Viability.

*“Jamais colocarei meu nome em um produto que não tenha em si o melhor que há em mim”*

*JOHN DEERE*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – VISTA AÉREA DO MATRIZEIRO .....	12
FIGURA 2 – ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO .....	15
FIGURA 3 – LÂMPADA INCANDESCENTE .....	23
FIGURA 4 – POSICIONAMENTO DAS LÂMPADAS .....	38
FIGURA 5 – POSICIONAMENTO DAS LÂMPADAS EM VISTA SUPERIOR .....	39
FIGURA 6 – DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO.....	40
FIGURA 7 – MALHA DE MEDIÇÃO .....	41
FIGURA 8 – RELAÇÃO DE CUSTOS FONTE: O AUTOR.....	47

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FATOR DE UTILIZAÇÃO.....	21
TABELA 2 – FATOR DE DEPRECIÇÃO.....	21
TABELA 3 – EFEITO DA INTENSIDADE DE LUZ SOBRE A IDADE DA MATURIDADE SEXUAL E AS CARACTERÍSTICAS OVARIANAS .....	34
TABELA 4 – NÍVEL DE LUZ PARA LOTES DE RECRIA.....	36
TABELA 5 – ALGUNS PONTOS DE ILUMINÂNCIA MEDIDA NO SISTEMA INCANDESCENTE.....	43
TABELA 6 – NÚMERO IDEAL DE LÂMPADAS NO SISTEMA INCANDESCENTE .	44
TABELA 7 – ALGUNS PONTOS DE ILUMINÂNCIA MEDIDA NO SISTEMA LED ...	44
TABELA 8 – NÚMERO IDEAL DE LÂMPADAS PARA O SISTEMA LED.....	45
TABELA 9 – COMPARAÇÃO DO NUMERO DE LÂMPADAS E DE ILUMINÂNCIA .	45
TABELA 10 – RELAÇÃO DE CUSTOS.....	46



## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CIE	Comissão internacional de iluminação
COFINS	Contribuição para o financiamento de seguridade social
COOB	Raça das aves
ICMS	Imposto sobre operações relativas a circulação de mercadorias e prestação de serviços
IES	Sociedade de engenharia de iluminação
PIS	Programa de integração social
PROCEL	Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica

## LISTA DE ABREVIACÕES

cd	Candela
IRC	Índice de Reprodução de Cor
km/s	Quilômetros por segundo
kW	Quilo Watt
kWh	Quilo Watt Hora
LED	Diodo Emissor de Luz
nm	Nanômetro
TIR	Taxa interna de retorno
UPP	Unidade Produtora de Pintainhos
VPL	Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 CONCEITOS DE LUZ.....	14
2.1.1 Espectro Eletromagnético .....	15
2.1.1.1 Radiações infravermelhas.....	16
2.1.1.2 Radiações ultravioletas.....	16
2.1.2 Temperatura da Cor .....	17
2.1.3 Índice de Reprodução de Cor .....	17
2.1.4 Fluxo luminoso .....	18
2.1.5 Iluminância .....	18
2.1.6 Eficiência Luminosa .....	18
2.1.7 Intensidade Luminosa.....	19
2.1.8 Luminância.....	19
2.1.9 Refletância e Emitância.....	20
2.2 MÉTODO DE LUMENS .....	20
2.3 TIPOS DE LÂMPADAS.....	22
2.3.1 Lâmpada Incandescente.....	23
2.3.2 Lâmpada LED .....	24
2.4 NORMAS TÉCNICAS DE ILUMINAÇÃO.....	25
2.4.1 ISO 8995 .....	26
2.5 MALHA DE CÁLCULO PARA SISTEMAS LUMINOTÉCNICOS .....	27
2.6 UTILIZAÇÕES DA LUZ NO BRASIL.....	28
2.7 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	29
2.8 ENGENHARIA ECONÔMICA .....	29
2.9 INFLUÊNCIA DA LUZ NA AVICULTURA .....	31
2.9.1 Como a Luz Atinge as Aves.....	31
2.9.2 Efeito da Luz Sobre as Aves .....	33
2.9.3 Tipos de Programas de Luz .....	34
2.9.4 Sistema de Iluminação para Matrizes Pesadas .....	34
2.9.5 Condições Necessárias para que o Programa de Luz Seja Eficaz .....	35
2.9.6 Programa de Luz Aplicado nos Lotes de Recria .....	36
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>37</b>
3.1 A EMPRESA.....	37
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DOS BARRACÕES.....	38
3.3 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO .....	40
3.4 MEDIÇÃO DA ILUMINANCIA MÉDIA DO BARRACÃO .....	41
3.5 ENGENHARIA ECONÔMICA .....	42
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
4.1 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	46
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>
<b>APÊNDICE A – ILUMINÂNCIA MEDIDA NO SISTEMA INCANDESCENTE</b> .....	<b>52</b>
<b>APÊNDICE B – ILUMINÂNCIA MEDIDA NO SISTEMA LED</b> .....	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A iluminação tem como objetivos para o ser humano trazer um ambiente mais confortável e seguro, a forma de se produzir a luz artificialmente é uma das mais importantes descobertas da história. Tem como benefícios a segurança, proporciona a possibilidade de se trabalhar no período da noite. Segundo Cavalin (1999), o ser humano tem como objetivo construir seu futuro a partir de suas descobertas, um exemplo disso é a experiência de HAWTORNE realizada na *Western Electric Co* entre os anos de 1924 e 1927 quando construiu resultados expressivos em relação a produção, conseguiu a diminuição de acidentes e problemas relacionados ao esforço que o corpo tende a realizar determinada tarefa

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR ISO 8995/2013) para se ter uma boa iluminação é necessário que se tenha uma devida atenção para a qualidade e a quantidade de luz disponível em determinados ambientes, deve-se então realizar estudos e analisar a quantidade de iluminância necessária do ambiente.

Através de um bom uso da iluminação pode-se conseguir obter resultados inesperados, trazendo conforto aos usuários. No estudo em questão a iluminação é muito importante para que se aumente a produção de alimentos.

Para o ser humano conseguir atender os níveis de produção de alimentos atendendo a demanda do consumo mundial, houve uma necessidade de realizar o trabalho durante a noite, isso só foi possível, e feita com qualidade, graças a invenção da lâmpada por Thomas Edison em 1889.

Em toda a região sul do Brasil há um grande número de empresas ou cooperativas que produzem produtos agropecuários como, carnes, derivados de leite, legumes, hortaliças além dos produtos mais produzidos que é a soja, milho e trigo.

Já na região oeste do Paraná existem muitas cooperativas que produzem a carne de frango. Com parcerias dos produtores rurais que engordam a ave e depois são recolhidas pela cooperativa e levadas para o abate.

A cooperativa Agroindustrial Lar tem sua cadeia produtiva a criação de frangos completa, pois tem em sua gama de unidades, fabricas que produzem

ração, um dos insumos mais importantes para a produção de frango, dispõe de um matrizeiro que cria as matrizes e produz o ovo que é incubado em seu incubatório, produzindo pintinhos de um dia.

Na sequência os pintinhos de um dia de vida são levados aos produtores e permanecem em aviários por um período de aproximadamente 45 dias. Ao atingir o peso ideal são transferidos para a unidade industrial de aves que finaliza a cadeia produtiva do frango. A Figura 1 mostra a vista aérea do matrizeiro em conjunto com o incubatório.



**Figura 1 – Vista aérea do matrizeiro**  
**Fonte: Cooperativa Lar (2014).**

Depois da ração, a energia elétrica é o insumo mais importante e mais consumido para que se produzam as aves que irão colocar os ovos para que cheguem ao pintainho, essas são denominadas matrizes, o estudo é realizado no setor de recria, onde as matrizes são recriadas para o período de produção. Neste período de recria há uma grande importância em se controlar o nível de iluminação dos aviários, uma má qualidade deste componente poderá acarretar em um maior custo de produção, uma queda na qualidade do ovo e até ocorrer uma má formação do lote, conseqüentemente, poderá haver a perda parcial ou até a perda total do lote (JORDAN; TAVARES, 2014).

O estudo foi realizado na Unidade Produtora de Pintainhos (UPP) no setor de recria. O objetivo específico foi verificar se as lâmpadas estão constituindo uma boa iluminação, comparar se o sistema composto por lâmpadas LED (*Light Emitting Diode*) é mais eficiente que o sistema antigo, que era constituído por lâmpadas incandescentes, realizar medições e comparar resultados obtidos pelas mesmas

O objetivo geral é verificar a viabilidade técnico-econômica na utilização de lâmpadas LED em núcleo de recria de matrizes na região oeste do Paraná. Os objetivos específicos são aqui divididos:

- a) Medir a iluminância do barracão com 205 m de comprimento e 14 m de largura com lâmpadas incandescentes instaladas;
- b) Medir a iluminância do barracão com 205 m de comprimento e 14 m de largura com lâmpadas LED instaladas;
- c) Dimensionar o sistema de iluminação baseado no rendimento e na potência das lâmpadas LED;
- d) Calcular indicadores TIR, VPL e Payback do sistema das opções 1 e 2 verificando a viabilidade econômica das propostas deste estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo trata sobre os conceitos básicos sobre iluminação, sobre o método de lumens, engenharia econômica, conceitos de luz para as matrizes, efeitos da iluminância no decorrer do período de recria e sobre o programa de luz fornecido pela COOB.

### 2.1 CONCEITOS DE LUZ

A formação de luz é dada por duas ocasiões, uma delas é a luz natural, que corresponde a forma de luz fornecida pelo sol, ou seja, é fornecida pela natureza, a partir da luz solar.

Podem ser considerados raios solares diretos, que são direcionados diretamente pelo sol, e também por raios solares indiretos, que são aqueles que sofreram alguma intervenção, sendo por prédios, vegetações, nuvens entre outros (VIEIRA, 2011).

Outra forma de se obter luz é artificialmente, a luz artificial é toda aquela que é produzida por algum tipo de equipamento. Estes equipamentos necessitam de uma fonte de energia para, por exemplo, alimentar uma lâmpada, e ela conseqüentemente produzir luz.

A luz pode ser definida como radiação eletromagnética em diferentes comprimentos, algumas ondas não podem ser observadas pelo olho humano (como infravermelho e ultravioleta), somente ondas com um comprimento definido podem ser observadas.

O violeta e o azul são ondas eletromagnéticas com menor comprimento de onda, elas intensificam a sensação luminosa quando o ambiente é iluminado com pouca luz.

As radiações de maior comprimento de onda, como o laranja e o vermelho, minimizam a sensação luminosa do olho humano quando o ambiente é iluminado com muita luz (LUZ, 2014).

### 2.1.1 Espectro Eletromagnético

O espectro eletromagnético é constituído por uma série de radiações, que são fenômenos vibratórios cuja velocidade de propagação é constante, 300.000 km/s, e que diferem entre sua frequência e por seu comprimento da onda (MOREIRA, 1999).

A Figura 2 ilustra o comprimento da onda, a região pontilhada é aquela em que é possível a observação humana.

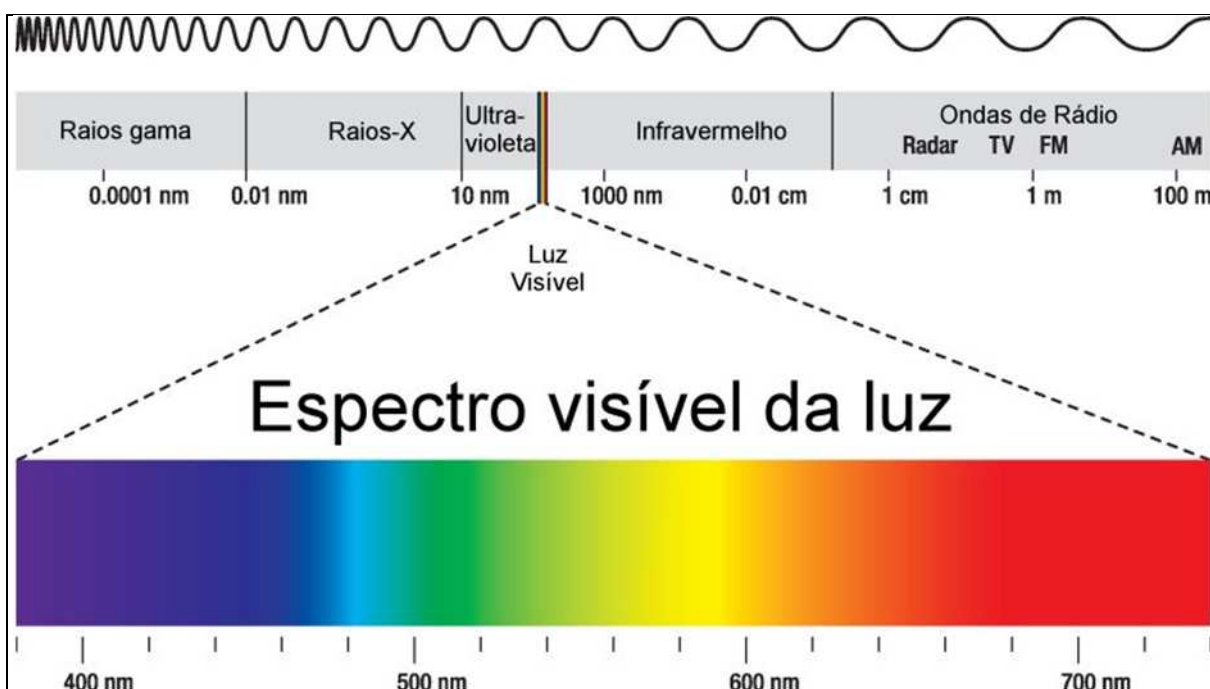


Figura 2 – Espectro eletromagnético  
Fonte: Infoescola (2014).

Para o olho humano conseguir observar e notar as mudanças de iluminação, o tamanho dessa onda deve estar entre 380 e 760 nm, pois ela tem capacidade de estimular a retina do olho.

O espectro visível está limitado em um dos extremos por radiações infravermelhas (de maior comprimento) que serão apresentadas com maiores detalhes no subitem 2.1.1.1, e no outro extremo estão localizadas radiações ultravioletas (de menor comprimento), apresentadas no subitem 2.1.1.2.

As outras ondas que são apresentadas na figura caracterizam os comprimentos de onda dos raios gama, raios-x e ondas de radio e TV.



### 2.1.1.1 Radiações infravermelhas

Consiste em radiações que são invisíveis ao olho humano, cujo seu comprimento de onda é compreendido entre 780 e 10000 nm e tem um forte efeito calorífico. A radiação infravermelha é originada através da agitação térmica das partículas que constituem os corpos. Suas principais aplicações são na medicina, no tratamento de luxações, ativação de circulação e aquecimentos de pacientes. Pode ser utilizada na fotografia, em filmes sensíveis ao infravermelho, e na indústria é utilizada para secagem de tintas, trigo e diversos produtos (MOREIRA, 1999).

### 2.1.1.2 Radiações ultravioletas

Moreira (1999) comenta que o comprimento de onda na faixa de 100 a 400 nm, tem uma elevada ação química. Essas radiações são subdivididas em três grupos. Ultravioleta próximo ou luz negra (UV-A), ultravioleta intermediário (UV-B), ultravioleta remoto ou germicida (UV-C).

O mesmo autor diz que UV-A tem comprimentos de ondas entre 315 e 400nm, compreende as radiações ultravioletas da luz, pode ser gerado artificialmente em uma descarga elétrica no vapor de mercúrio em alta pressão. Não afetam a visão humana, não possuem atividades pigmentárias e eritematosas.

O ultravioleta intermediário contém uma elevada ação pigmentária e eritematosa que ocasionam uma cor avermelhada na pele e ocorrem devido à dilatação de vasos sanguíneos principalmente os vasos capilares. Capaz de produzir a vitamina D, essa radiação é utilizada em fins terapêuticos, também é gerada artificialmente por uma descarga elétrica no vapor de mercúrio em alta pressão (MOREIRA, 1999).

O mesmo autor fala que UV-C tem um menor comprimento da onda, entre 100 e 280 nm, é gerado em uma descarga elétrica no vapor de mercúrio em baixa pressão, afeta a visão humana, produzindo certa irritação, essas radiações são absorvidas quase integralmente pelo vidro comum, que funciona como filtro, motivo pelo qual as lâmpadas germicidas possuem bulbos em quartzo.

As radiações ultravioletas tem uma ampla utilização, na medicina é utilizada na atuação sobre tecidos vivos e pigmentação da pele. Na indústria em identificação de substâncias pela fluorescência, combatem mofo e fungos, tratamentos de águas e produção de ozona. Tem uma importante tarefa de identificar o papel moeda em bancos, criar efeitos especiais em teatros e desodorização de ambientes pelo ozona em lares (MOREIRA, 1999).

### 2.1.2 Temperatura da Cor

A temperatura da cor pode ser caracterizado na relação de um material hipotético e padronizado, conhecido como corpo negro radiador, e a distribuição de energia da luz emitida é medida que a temperatura do corpo negro é elevada a partir do zero absoluto. Pode-se então estabelecer uma correlação entre a temperatura de uma fonte luminosa e sua cor, cuja energia do espectro varia segundo a temperatura do seu ponto de fusão.

Uma lâmpada incandescente atua em temperaturas de 2.700 K e 3.100 K. Quanto maior for a temperatura, maior será a energia produzida, sendo que a cor da luz está diretamente relacionada com a temperatura de trabalho.

As cores quentes vão até 3000 K e são empregadas em locais como residências, bares e restaurantes. As lâmpadas de cores neutras possuem temperaturas entre 3000 e 4000 K e são empregadas em ambientes comerciais, as cores frias são constituídas de temperaturas acima de 4000 K e são empregadas em atmosferas formais, escritórios, recintos de fábricas entre outras.

### 2.1.3 Índice de Reprodução de Cor

Caracteriza-se pela aparência de como as cores são percebidas pelo observador. Pode ser explicado como a cor dos objetos que é percebida diante de uma fonte de luz, ou seja, lâmpadas com IRC menor não apresentaram as cores como realmente elas são, luminárias com IRC 100% são consideradas ótimas, pois apresentam a fidelidade de cores (LUMIDEC, 2014).

#### 2.1.4 Fluxo luminoso

O fluxo luminoso é a quantidade de radiação emitida por uma fonte luminosa direcionada a todas as direções do espaço, sua unidade é o lúmen. O fluxo luminoso não pode ser expresso em Watts, pois o olho humano é quem determina a faixa de percepção de cores. (MAMEDE FILHO, 2012).

#### 2.1.5 Iluminância

A iluminância é conhecida como nível de iluminamento, sua unidade é expressa em lux, que é correspondido ao fluxo luminoso incidente numa determinada superfície por unidade de área. Segundo Mamede Filho (2012), Iluminancia é o limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado para a área da superfície quando esta tende para zero.

A Equação 1 apresenta a fórmula para calcular a iluminância, Onde  $F$  é o fluxo luminoso (em lumens) e  $S$  é a área da superfície iluminada (em  $m^2$ ).

$$E = \frac{F}{S} (lux) \quad (1)$$

Como exemplo de iluminância pode-se considerar um dia de verão e céu aberto, neste caso, o nível de iluminância é de 100.000 lux.

#### 2.1.6 Eficiência Luminosa

É a relação entre o fluxo luminoso emitido por uma fonte luminosa e a potencia em watts consumido por esta, a eficiência luminosa pode sofrer influencia pelo tipo de vidro difusor da luminária caso este absorva alguma quantidade de energia luminosa irradiada.

A eficiência luminosa é dada pela Equação 2, onde  $\psi$  é o fluxo luminoso (emitido em lumens) e  $P_c$  é a potência consumida (em W).

$$n = \frac{\psi}{P_c} \text{ lumens/w} \quad (2)$$

Com a eficiência luminosa é possível realizar projetos luminotécnicos mais eficientes, introduzir lâmpadas com uma menor potência e com uma maior intensidade luminosa. Uma lâmpada incandescente possui uma eficiência luminosa entre 10 e 15 lumens (MAMEDE FILHO, 2012).

#### 2.1.7 Intensidade Luminosa

Intensidade luminosa pode ser caracterizada pelo limite da relação entre o fluxo luminoso em um ângulo sólido em torno de uma direção dada e o valor, quando esse ângulo sólido tende a zero (MAMEDE FILHO, 2012).

O mesmo autor cita que a intensidade luminosa pode ser comparada a potência de radiação que uma fonte de luz emite em uma direção especificada, a sua unidade é chamada de *candela* (cd).

A PHILIPS (2014) cita que a intensidade luminosa é aquela que concentra uma quantidade de luz em uma determinada direção, radiada por segundo. Esta é representada pelo símbolo  $I$  tem uma unidade de medida já citada.

#### 2.1.8 Luminância

Corresponde a relação entre a intensidade luminosa no qual a irradia, em uma direção determinada, uma superfície contendo um ponto dado e a área aparente dessa superfície para uma direção considerada, quando esta área tende para zero, sua unidade é expressa em candela por metro quadrado ( $\text{cd/m}^2$ ) (MAMEDE FILHO, 2012).

O mesmo autor cita que a luminância é entendida como à medida que o cérebro avalia a quantidade de luz em um ambiente, definida pela Equação 3. Onde  $S$  é a superfície iluminada,  $\alpha$  é o ângulo entre a superfície iluminada e a vertical (que é ortogonal à direção do fluxo luminoso) e  $I$  é a intensidade luminosa.

$$L = \frac{I}{S \times \cos(\alpha)} \quad (3)$$

### 2.1.9 Refletância e Emitância

Refletância pode ser correspondida entre o fluxo luminoso que é refletido por uma superfície qualquer e com a presença de fluxo luminoso incidente sobre esta mesma. Emitância é a quantidade de fluxo luminoso emitido por uma fonte superficial em uma unidade de área. É correspondida por lúmen/m<sup>2</sup> (MAMEDE FILHO, 2012).

## 2.2 MÉTODO DE LUMENS

O método de lumens tem como principal objetivo determinar o fluxo luminoso necessário para que obtenha um iluminamento médio desejado em um plano de trabalho (MAMEDE FILHO, 2012).

O referido método de cálculo sugere que seja dividido em etapas para se realizar os cálculos.

Na primeira etapa deve-se conhecer o nível de iluminância sugerido para determinado ambiente. Alguns níveis recomendados para iluminação de interiores estão localizados na ABNT ISO CIE 8995-1/2013 que determina o iluminamento do ambiente. Como o estudo está sendo realizado em uma granja de recria de matrizes pesadas o nível da iluminação nos galpões é determinado pelo guia de manejo de matrizes. No estudo é verificado o GUIA DE MANEJO DE MATRIZES COBB500, este recomenda um nível de iluminação em torno de 60 lux.

O segundo passo é a escolha das luminárias, deve-se escolher a luminária adequada e que proporcione uma economia de energia e traga uma grande quantidade de iluminância.

No terceiro passo deve-se determinar o índice do local, ou seja, informar as dimensões do recinto, como largura, comprimento, altura em que as lâmpadas estão instaladas. A determinação do índice de local é fornecida pela Equação 4, onde  $k$  determina o índice do local,  $c$  é o comprimento do estabelecimento,  $l$  é a largura do recinto e  $hm$  corresponde a altura que as lâmpadas estão instaladas.

$$k = \frac{c l}{hm (c + l)} \quad (4)$$

Para realizar o quarto passo é preciso que se encontre o fator de coeficiente de utilização. Este relaciona o fluxo luminoso total emitido pela lâmpada e o fluxo luminoso útil, que é recebido pelo ambiente de trabalho.

Para encontrar este coeficiente deve-se observar a Tabela 1. Como exemplo de aplicação, uma refletância 511 significa que, o teto tem superfície clara, a parede é escura e o piso é escuro (CREDER, 2007).

**Tabela 1 – Fator de utilização**

Índice	Reflexão	Significado
1	10%	Superfície escura
3	30%	Superfície média
5	50%	Superfície clara
7	70%	Superfície branca

Fonte: Creder (2007).

No quinto passo deve-se determinar o fator de depreciação, que é chamado de manutenção. Este relaciona o fluxo luminoso total da lâmpada no fim de sua vida útil, com o fluxo luminoso total na início de sua vida útil. É de suma importância que o ambiente seja limpo periodicamente e feito reparos nas luminárias de tempos em tempos. A Tabela 2 mostra como se deve obter um fator de depreciação.

**Tabela 2 – Fator de depreciação**

Tipo de ambiente	Período de manutenção (2500)	Período de manutenção (5000)	Período de manutenção (7500)
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Fonte: Creder (2007).

Em seguida, determinar o fluxo total e o número de luminárias. Para se obter esses valores é necessário utilizar a Equação 5.

$$\phi = \frac{S \times E}{u \times d} \quad (5)$$

É possível também calcular o número de luminárias através da Equação 6.

$$n = \frac{\phi}{\varphi} \quad (6)$$

Onde  $\Phi$  é o fluxo luminoso total (em lumens),  $S$  é a área do recinto,  $E$  é o nível de iluminação,  $u$  é o fator de utilização,  $d$  é o fator de depreciação,  $n$  corresponde ao número de luminárias, e  $\varphi$  é o fluxo luminoso emitido por uma luminária.

Através da Equação 7 é possível se calcular o valor da iluminância esperada. Com esta é possível calcular qual será o valor de iluminância (lux) em um sistema de iluminação.

$$\text{Iluminancia esperada} = \frac{NL \times FL \times FD \times FU}{A} \quad (7)$$

Onde  $NL$  é o número de luminárias instaladas ou projetadas,  $FL$  é o fluxo luminoso da luminária utilizada,  $FD$  é o fator de depreciação,  $FU$  é o fator de utilização, e  $A$  é a área de recinto.

Após a realização de todos esses passos é possível chegar a um resultado concreto, com aproximadamente 10% de erro, isso devido às perdas em circuitos e outros fatores.

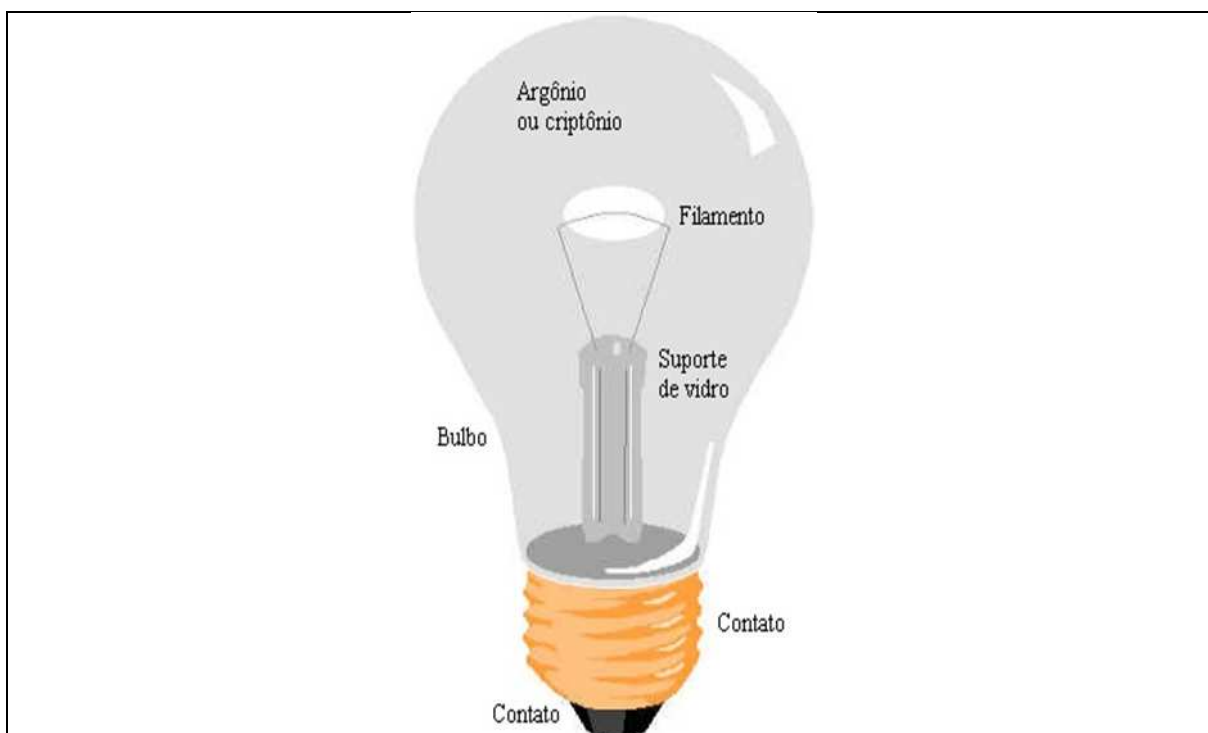
### 2.3 TIPOS DE LÂMPADAS

Nos itens a seguir serão apresentadas informações sobre as duas lâmpadas utilizadas pela empresa e analisadas neste trabalho.

### 2.3.1 Lâmpada Incandescente

As lâmpadas incandescentes são constituídas por um filamento de tungstênio e atinge incandescência através de uma passagem de corrente elétrica. Devido ao seu alto custo de manutenção e vida útil reduzida, a utilização em projetos é cada vez menor. Estes equipamentos apresentam vida útil entre 600 e 10.000 horas, uma eficiência luminosa média de 15 lumens/watt. Nos dias de hoje está em fase de aplicação um projeto que visa diminuir o consumo de energia elétrica. Como as lâmpadas incandescentes consomem muita energia e produzem pouca luz. Estas transformam grande parte de sua energia em calor, não em luz (MAMEDE FILHO, 2012).

A Figura 3 caracteriza uma lâmpada incandescente e seus componentes, internos e externos. Pode-se observar o filamento que é responsável pela luz, acompanhado pelo gás interno responsável pela não oxidação do filamento e também para que a lâmpada fique mais resistente. Na região externa da lâmpada estão localizados o bulbo, que protege as partes internas, e o contato onde a energia elétrica é conectada para que haja a produção da luz.



**Figura 3 – Lâmpada incandescente**  
**Fonte: Geocities (2014)**



A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) decretou, segundo a Portaria Interministerial 1.007 2010, que seja feita a substituição de lâmpadas incandescentes por outros equipamentos que possuem eficiência luminosa superior as incandescentes.

A troca dessas lâmpadas será feita de forma gradativa, somente ficaram disponíveis lâmpadas abaixo de 40 W e que possuem uma aplicação específica. Nenhuma lâmpada de 150, 100 e 60 watts pode ser fabricada e importada para ser vendida no Brasil.

A lâmpada de 100 W segundo a ANEEL não pode mais ser vendida por fabricantes, importadores e lojistas desde o dia 30/12/13.

### 2.3.2 Lâmpada LED

LED é a abreviação de Diodo Emissor de Luz (*Light Emitting Diode* que vem do vocabulário inglês), basicamente é constituído de um diodo semicondutor com junção P e N, que quando é corretamente polarizado emite luz visível. A produção de luz ocorre devido às recombinações de lacunas e elétrons, para que os elétrons consigam ocupar essas lacunas eles devem liberar energia, que, por sua vez, pode ser transformada em calor ou em feixes luminosos (COTRIM, 2009).

O mesmo autor cita que a luz emitida pelo LED não é monocromática, com uma banda colorida relativamente estreita. Para determinar a cor da luz que o LED deverá emitir, deve ser considerado o cristal e da impureza de dopagem com que o componente é fabricado.

As lâmpadas de LED apresentam várias vantagens sobre as lâmpadas incandescentes. Pode-se citar que o LED tem uma vida útil de aproximadamente 40.000 horas e um baixo consumo de energia elétrica, que varia em torno de 12 W para as lâmpadas do tipo utilizado no barracão objeto deste estudo.

Por outro lado, o LED possui um baixo fluxo luminoso, mas novas tecnologias estão sendo usadas para aumentar o fluxo luminoso e diminuir o custo de instalação da mesma, já que esse tipo de lâmpada tem um elevado custo no mercado (COTRIM, 2009).

## 2.4 NORMAS TÉCNICAS DE ILUMINAÇÃO

O primeiro trabalho realizado sobre iluminação surgiu em 1560, mas destacou-se a obra em latim de Johann Heinrich Lambert (1760) com o seguinte título, “Photometria sine de Mesura et Gradibus Luminis, Color et Umbræ” que foi traduzida para o inglês pelo professor David DiLaura (2006). Johann foi quem identificou com precisão a maioria dos conceitos fotométricos (ELETROBRAS PROCEL, 2013).

Para a Eletrobrás Procel com o passar do tempo os estudos de iluminação foram tomando proporções maiores, e passaram a serem criadas associações particulares em cada país.

Hoje podem ser citadas duas associações principais, a Sociedade de Engenharia de Iluminação (IES), criada em 1906, atuando na América do Norte, e a Comissão Internacional de Iluminação (CIE), criada em 1913, com a participação de países da Europa e atualmente disseminada pelo mundo. As duas associações buscam paralelamente em formular normas e procedimentos relativos a iluminação, desenvolvendo trabalhos mediante a troca de informações.

O mesmo autor cita que no Brasil quem atua é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que busca o conhecimento com base no passado, melhorando-o para conquistar mercados internacionais. Há também normas referentes à qualidade através das denominadas ISO (*International Standard Organization*) e o código de defesa do consumidor. Através do grande crescimento e uso da iluminação e do uso de energia elétrica foram incluídas organizações que procuram garantir a segurança do usuário, realizando ensaios dos produtos que emitem luz.

A Comissão de Energia Elétrica (IEC, sigla em inglês), é utilizada como referencia pela ABNT, outra importante instituição que se agrega a esse perfil é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), que por meio da certificação dos produtos passa a exigir qualidade, e o Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica (Procel), que é administrado pela Eletrobrás, estes institutos promovem a eficiência energética por meio do Selo Procel Eletrobrás (ELETROBRÁS PROCEL, 2013).

### 2.4.1 ISO 8995

Segundo a ABNT CIE ISO 8995-1:2013, para que se tenha uma boa iluminação o ambiente deve estar com um dimensionamento luminotécnico correto e bem distribuído. É necessário observar de que maneira a luz é fornecida, se tem iluminação artificial, natural ou o conjunto das duas, na norma é levado em consideração o nível de ofuscamento e o índice de reprodução de cor mínimo da fonte para especificar locais de trabalho e tarefas.

É necessário que se tenha um nível de uniformidade, este nível representa a razão entre o valor mínimo e o valor médio, este não pode ser menor que 0,7, a uniformidade no entorno imediato não pode inferior que 0,5.

Outros fatores que devem ser observados são aqueles que interferem na produção da luz e no seu iluminamento. O ofuscamento é um deles esse pode ser caracterizado pelo brilho alto recebido pelo campo da visão humana por materiais brilhantes no ambiente, pode ser causado por superfícies especulares e este normalmente conhecido como reflexões veladoras ou ofuscamento refletido, essas reflexões podem alterar a aparência do ambiente e causar danos aos ocupantes do recinto. Para que seja evitado o ofuscamento é preciso que:

- Utilizar materiais para construção do entorno do recinto pouco reflexíveis.
- Aumentar a área luminosa da luminária.
- Realizar uma correta distribuição da luminária e locais de trabalho.

A reprodução da cor deve ser utilizada para que os materiais e a pele humana tenham uma cor real, possibilitando assim uma aparência saudável e proporcione um bem estar nos ocupantes do espaço. Para que se obtenha um espaço bem iluminado foi criado um índice geral de reprodução da cor "Ra", o seu valor máximo é 100 Ra, em locais onde pessoas ficam um longo período não é indicado a instalação de lâmpadas que possuem uma Ra abaixo de 80.

Os níveis de iluminação adequados de um ambiente devem passar periodicamente por manutenção, isso proporciona manter um nível de iluminamento constante. Conseguir obter um bom nível de iluminamento depende dos níveis de manutenção de uma lâmpada ou luminária, do local e do programa de manutenção.

Para a implantação de um projeto luminotécnico é preciso que:

- Conheça o ambiente e atividades.
- Estabeleça a iluminância mantida na superfície de referência.
- Índice de ofuscamento unificado (UGRL)
- Índice de reprodução de cor mínimo.
- Realizar algumas observações.

Depois de realizado o projeto, algumas tolerâncias de medições devem ser observadas e consideradas, pois muitos fatores podem causar uma disparidade entre uma estimativa calculada o desempenho medido de uma instalação. Mesmo com o cálculo tendo uma exatidão muito precisa, é assumido que cada lâmpada, luminária ou circuito não tenha um desempenho fotométrico idêntico. Essa magnitude baseada em experiências está dentro de 10% das medidas de iluminância e luminância.

## 2.5 MALHA DE CÁLCULO PARA SISTEMAS LUMINOTÉCNICOS

A malha tem a função de determinar os pontos para a medição e dependem da forma e tamanho da superfície de referência. Para construir uma malha de cálculo deve-se seguir a Equação 8.

$$p = 0,2 \times 5^{\log(d)} \quad (8)$$

Onde  $p$  é o tamanho da malha (expresso em metros) e  $d$  é a maior dimensão da superfície de referência (expressa em metros).

O número de pontos é então estabelecido pelo número inteiro mais próximo da relação  $d$  para  $p$ .

As superfícies são divididas em retângulos, de acordo com o resultado da Equação 8, sendo que, os pontos onde devem ser realizadas as medições estão localizados no centro de cada retângulo.

## 2.6 UTILIZAÇÕES DA LUZ NO BRASIL

No Brasil a iluminação é responsável por cerca de 17% do consumo total de energia elétrica, e na indústria o consumo de iluminação é de cerca de 2% do que a indústria consome. Totalizando esses números, seria necessário somente a usina hidrelétrica de Sobradinho no Rio São Francisco esta tem uma potência de geração 1.050.300 kW, (SOBRADINHO, 2014) esta está localizada no nordeste do Brasil para realizar a alimentação de energia somente para o sistema de iluminação (MAMEDE FILHO, 2012).

Depois de 2001, quando houve uma restrição na distribuição de energia elétrica, o setor energético brasileiro começou a se preocupar mais com a conservação e o uso correto da energia elétrica.

Para suprir o déficit energético que foi ocasionado pela diferença entre o crescimento do país e a oferta de energia elétrica, foram criadas metas de economia, essas metas foram responsáveis por uma redução de até 24% no consumo energético Brasileiro (BARDELIN, 2004).

Neste sentido vem sendo criadas políticas que tem como objetivo diminuir o consumo de energia elétrica destinada a um determinado serviço, mas mantendo o bem estar social.

A iluminação apresenta-se de forma significativa neste conceito, pois uma grande parcela da energia elétrica é utilizada para realizar a iluminação de ambientes residenciais, comerciais e públicos.

Estão sendo implantadas tecnologias de iluminação que convertam o máximo de energia elétrica em luz, isso é determinado pela eficiência luminosa de uma lâmpada. Desta forma, as lâmpadas fluorescentes compactas e a tecnologia LED vêm substituindo a incandescente devido a sua maior durabilidade, menor consome de energia elétrica e menor aquecimento do ambiente (ELETROBRAS PROCEL, 2013).

Como o Brasil é um país tropical, é possível que seja utilizada o luz natural, construindo-se edifícios, empresas e residências que propiciam a melhor entrada de luz natural. Isso proporcionará uma economia de energia desligando lâmpadas e aproveitando a luz solar.

## 2.7 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A cooperativa Agroindustrial Lar, UPP está pagando R\$ 0,63 para kW demandado em horário de ponta, e R\$ 0,14 reais para horário fora de ponta, esta enquadrada na estrutura tarifaria horo sazonal verde (COOPERATIVA LAR,2014).

Esses valores são utilizados como referência pela COPEL, em cima destes valores já estão incluídos impostos como ICMS (Imposto sobre operações relativas á circulação de mercadorias e prestação de serviços) e PIS/COFINS (Programa de integração social/Contribuição para o financiamento da seguridade social).

## 2.8 ENGENHARIA ECONÔMICA

A engenharia econômica começou a ser pesquisada nos Estados Unidos em 1887, quando Arthur Wellington publicou seu livro “*The Economic Theory of Railway Location*”, que foi utilizada para a análise da viabilidade econômica de ferrovias (PAMPLONA, 2013).

A econômica visa analisar novas propostas e compará-las quanto ao custo necessário para a implantação e o tempo necessário para que este investimento seja convertido em benefícios. Os estudos abordados são: Valor Presente Líquido (VPL); Taxa Interna de Retorno (TIR), e payback.

Para Viana (2010), payback, que é o prazo de recuperação do investimento, é uma das técnicas mais utilizadas. Visa analisar propostas onde o prazo de recuperação de investimento deve ser menor que o prazo de vida útil do investimento. Para analisar duas propostas é importante comparar o tempo de retorno e de investimento.

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma função utilizada para a análise de viabilidade de projetos de investimentos. A Equação 9 mostra o cálculo do VPL.

$$VPL = I + \sum_{t=1}^n \left( \frac{Rt}{(1+k)^t} \right) + \frac{Q}{(1+k)^n} \quad (9)$$

Onde  $VPL$  é o valor presente líquido,  $I$  é o investimento de capital,  $R_t$  é o retorno depois de descontados os juros,  $k$  é a taxa de juros decimal,  $Q$  é o valor residual e  $t$  é o tempo (em anos).

Caso a análise de  $VPL$  tomar como tempo  $n$  de vida útil do sistema avaliado, o valor residual  $Q$  é considerado nulo, tendo parte da expressão anulada e resultando, o Valor Presente Líquido na Equação 10.

$$VPL = I + \sum_{t=1}^n \left( \frac{R_t}{(1+k)^t} \right) \quad (10)$$

Onde  $I$  é o investimento do capital,  $R_t$  o retorno depois de descontados os juros,  $k$  é a taxa de juros decimal.

A taxa interna de retorno (TIR) representa a quantidade de lucro que foi obtida em certo investimento. Isto é se for transformado em uma taxa de juros e esse resultado é mesma coisa que se aplicasse o dinheiro pela taxa de juros obtida em relação ao mesmo tempo de uso (VIANA, 2010).

A Equação 11 representa o cálculo para o TIR.

$$0 = VPL = I + \sum_{t=1}^n \left( \frac{R_t}{(1+TIR)^t} \right) + \frac{Q}{(1+TIR)^n} \quad (11)$$

Sendo  $VPL$  valor presente líquido,  $TIR$  é a taxa interna de retorno,  $I$  é o investimento de capital,  $R_t$  é o retorno depois de descontado o juro referencial,  $Q$  é o valor residual e  $t$  é o tempo (em meses).

Com todos esses resultados em mãos é possível avaliar cada proposta e observar seus benefícios e custos.

Resumidamente o *payback* é utilizado para determinar o tempo necessário para que o investimento comece a dar retorno em função da vida útil do determinado equipamento comparado. O  $VPL$  é o valor em dinheiro que o investimento feito trouxe a empresa, um exemplo é a troca das lâmpadas, o  $VPL$  mostrará quanto que a cooperativa deixou de gastar com energia depois da troca das lâmpadas. O TIR apresenta a taxa de lucro mensal que será obtida com o investimento.

## 2.9 INFLUÊNCIA DA LUZ NA AVICULTURA

Para uma correta criação de aves de postura, diversos fatores ambientais apresentam papéis diferentes no controle de funções biológicas das aves, um desses fatores é a iluminação. Através da diferença na luminosidade, esta coordena a migração e permite a reprodução de animais na denominada “estação de monta”, período em que as fêmeas estão prontas para serem fecundadas (CAMPOS *apud* CFMV, 2011).

Um dos primeiros estudos realizados sobre a influência da iluminação em função das aves foi realizado por Rowan em 1921. Ao proporcionar uma luz artificial sobre as aves, que proporcionou a imitação dos longos dias de primavera, o autor fez com que as aves colocassem ovos no outono mesmo em temperaturas abaixo de zero. Esses resultados foram o ponto inicial para uma série de estudos visando compreender como os sinais fotoperiódicos são percebidos pelas aves e como eles influenciam sobre a postura (CFMV, 2011).

O mesmo autor destaca que vários sistemas artificiais de luz estão sendo implantados nas granjas Brasileiras, mas nenhum pesquisador deu uma devida atenção ao estudo desse tema. Sabe-se que os produtores de ovos julgam que quanto mais luz fornecida a suas poedeiras e matrizes maior será o desempenho da ave. No entanto, o estabelecimento do programa de luz eficiente pode proporcionar uma redução em até 90% da energia elétrica e também contribuir para o aumento dos lucros no setor.

### 2.9.1 Como a Luz Atinge as Aves

As aves são superiores aos seres humanos na visão de cores, segundo entrevista do Dr. Joseph C. Corbo, da faculdade de medicina da Universidade de Washington ao site *Live Science*. O Dr. explica que as aves não tem um passado de descendência de animais com hábitos noturnos, isso explica a visão mais apurada das galinhas (TERRA, 2010).



A luz que incide sobre a retina das aves, atinge áreas associadas ao cérebro, essas áreas são representadas pela glândula pineal, essa glândula é quem exerce um importante papel na regulação do ciclo fisiológico da ave, e é responsável pelas funções sexuais e reprodutivas da mesma. Outra região sensível à presença da luz é o hipotálamo que corresponde a parte do cérebro que controla o ciclo do sono, fome e sede (CFMV, 2011).

Para a revista CFMV é pela via craniana que as aves respondem mais ao estímulo luminoso quando a iluminação é produzida por raios do final do espectro, como o roxo e o alaranjado, produzindo mais hormônios reprodutivos. Os fótons contidos na luz são transformados em estímulos nervosos que regulam o ritmo circadiano também conhecido de biorritmo (representa o controle fisiológico das atividades metabólicas do indivíduo através da luz) coordenando eventos bioquímicos e comportamentais que influenciam no desempenho das galinhas.

A resposta ao estímulo da luz é periódica, e esse período se denomina fotossensível. Quando a ave recebe seu primeiro estímulo luminoso, natural ou artificial, o relógio circadiano é ativado. A sensibilidade fotoperiódica é entre 10 e 15 horas, após esse período a ave se torna fotorefratária, podendo se concluir que foto períodos curtos não atingem a fase fotossensível, enquanto dias longos tem essa capacidade, coordenando dessa forma a postura (SAUVEUR *apud* CFMV 2011).

A luz é percebida por fotorreceptores hipotalâmicos que convertem o sinal eletromagnético em uma mensagem hormonal através de efeitos em neurônios hipotalâmicos que secretam o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH). Esse hormônio atua na hipófise produzindo as gonadotrofinas hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH). O LH e o FSH liga-se a seus receptores na teca e nas células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e de estrógenos pelos folículos pequenos e a produção de progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores.

Dias curtos não apresentam uma secreção adequada de gonadotrofinas por que não iluminam toda a fase fotossensível. Dias mais longos, entretanto fazem a estimulação, e desse modo a produção de LH é iniciada. Esse mecanismo neuro-hormonal controla as funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias. A hierarquia folicular é a responsável direta pela intensidade e persistência de postura (MACARI *apud* CFMV, 2011).

## 2.9.2 Efeito da Luz Sobre as Aves

A luz tem como principal efeito alterar a idade em que as aves atingirão a maturidade sexual. Essa diferença não é produzida pela intensidade da luz, e sim pela duração da luz, que altera a idade da produção de ovos.

A intensidade da luz está mais relacionada com a uniformidade da maturidade sexual e com o aumento da sensibilidade orgânica em responder aos estímulos luminosos. Se diminuir a quantidade da luz de aves que estão no período final de crescimento, aumentarão a idade necessária para que se alcance a maturidade sexual. Se aumentar a duração de luz irá diminuir a idade para alcançar a maturidade sexual (CFMV, 2011).

O mesmo autor coloca que os efeitos proporcionados pela luz em aves de recria com uma não conformidade do circuito luminoso, uma diferença de intensidade da luz e uma influência de variações climáticas poderá ocasionar demora de três a quatro semanas na idade do início da produção, e também poderá ocasionar picos baixos de produção e atrasados, faltos de persistência de produção, diferença de maturidade sexual entre fêmeas e machos, possível problema de eclosão, e sobre peso das fêmeas.

A intensidade luminosa é baseada no brilho ao nível dos olhos das aves, não se relacionando com o comprimento da onda ou cor.

A utilização da luz natural para criação de aves sofre problemas no decorrer do ano, dias com uma intensidade de luz maior ou menor, e dias com maior ou menor tempo de luz, propiciam uma não conformidade da luz.

A luz artificial é aquela fornecida por lâmpadas incandescentes, fluorescentes, de vapor de mercúrio e lâmpadas LED, essas podem ser controladas garantindo uma conformidade da luz. Assim a iluminação artificial se torna um dos fatores mais importantes no cenário de produção avícola mundial.

Para a CFMV (2011) poedeiras comerciais submetidas na fase de recria com estímulos luminosos variando entre 1 lux e 500 luxes poderia ocasionar diferenças no processo produtivo e no corpo da ave, Campos (2000) elaborou uma tabela (Tabela 3) que compara os efeitos causados pela luz na idade do primeiro ovo, peso do ovário, peso total e número de folículos grandes amarelos.

**Tabela 3 – Efeito da intensidade de luz sobre a idade da maturidade sexual e as características ovarianas**

<b>Intensidade de luz (lux)</b>	<b>Idade ao 1º ovo (dias)</b>	<b>Peso do ovário (g)</b>	<b>Peso total dos folículos amarelos(g)</b>	<b>Folículos amarelos(n)</b>
1	152,7	26,9	23,50	5,50
5	153,6	31,901	28,30	6,56
50	149,4	36,10	32,20	7,31
500	149,6	37,40	33,40	7,50

Fonte: Campos (2000).

Campos (2000) chegou a concluir que a iluminação no período de recria, influi diretamente no ciclo de produção e principalmente no ciclo de vida da ave. Pode-se também observar uma diferença também no peso das aves, então chega-se a uma conclusão que aves com mais luz comem mais.

Outro fator importante é a variação do período do primeiro ovo, isso demonstra que uma maior quantidade de luz muda de forma bastante significativa o estado físico da galinha.

### 2.9.3 Tipos de Programas de Luz

O principal objetivo do programa de luz é programar o período de postura em torno de 23 semanas, retardando a maturidade sexual das frangas. A partir disso, o objetivo é sincronizar a postura e estimular a produção de ovos.

A ave começa a se tornar sensível ao estímulo luminoso por volta da 10 semanas e 12 semanas, no entanto no período que varia de 18 semanas e 22 semanas de idade ela se torna altamente sensível a eles, é justamente nesta fase que começa a secreção de LH, assim quanto menos estímulos luminosos a ave receber, menor será a produção de LH (CFMV, 2011).

### 2.9.4 Sistema de Iluminação para Matrizes Pesadas

É um sistema de iluminação que utiliza ventilação forçada e iluminação artificial, sendo que este deve ser muito preciso, pois para a recria de matrizes

pesadas há uma tendência de animais de alta conformação. Uma das principais características dessas aves é de serem extremamente sensíveis a grandes variações de luz.

Os galpões que possuem o sistema semiescuro, ou *darkhouse*, devem manter a iluminação a partir da 4ª semana entre 5 lux a 8 lux, é essencial que não se obtenha valores acima de destes no interior do galpão, pois com essa luminosidade as aves já começam a se desenvolver sexualmente. A partir da 14ª semana, há a aparência de crista que significa que está se desenvolvendo sexualmente (CFMV, 2011).

#### 2.9.5 Condições Necessárias para que o Programa de Luz Seja Eficaz

Com o grande crescimento da produção e diversificação de tecnologias é necessário que haja pessoal com certo nível de qualificação para a criação destas aves, já que um erro no período da recria poderá ocasionar falhas no lote e conseqüentemente uma queda na produção de ovos.

O período de luz que é aplicado deve ser consultado nos guias de manejos. Por exemplo, a COBB especifica que a luz deve ser mantida, a partir da 3ª semana, entre 5 e 10 luxes.

Na criação de aves em galpões com sombrites o tempo de restrição de luz é de 10 horas com intensidade de luz entre 10 e 30 lux. No período de calor que resulta entre 9 e 19 horas para melhorar o desempenho do aviário e melhorar a temperatura interna.

É de grande importância que quando o galpão estiver totalmente fechado e com as luzes apagadas o valor máximo de iluminação não supere 2 lux, o teto, exaustores e portas devem ser impermeáveis a luz.

Não deve-se iniciar o programa de restrição da intensidade e a quantidade da luz antes de quatro semanas de idade para não causar sobrepeso nas aves, e também não deve-se iniciar o programa de restrição após as 10 semanas de idade para que as aves pesadas do lote não iniciem o desenvolvimento reprodutivo (BONI; PAES, 1999).

### 2.9.6 Programa de Luz Aplicado nos Lotes de Recria

Conforme escrito nos parágrafos anteriores, quando as aves recebem um fotoestímulo tanto com iluminação natural, quanto para iluminação artificial, elas respondem de forma significativa a iluminação. Um erro de iluminação no período de recria pode trazer prejuízos, desconformidades do lote além de tudo um lote ruim para a produção de ovos no período de postura.

Segundo a COBB, que fornece as matrizes com um dia de vida, recomenda-se que seja executado um programa de luz que será apresentado pela Tabela 4.

**Tabela 4 – Nível de luz para lotes de recria**

<b>Idade (semanas)</b>	<b>Idade(dias)</b>	<b>Luz (horas)</b>	<b>Intensidade luminosa(lux)</b>
1 a 3	De 1 a 21 dias	24 horas no 1º dia ao 14º dia e para 8 horas a partir do 14-dia	Nos dias 0 a 2, luminosidade máxima(60lux) diminuído para 20 lux no 7º dia ao 14º dia
3-20	22-140	8	5-10
20-21	141-147	11	40-60
21-22	148-154	14	40-60

**Fonte: Adaptado de COBB 500 (2014).**

As aves chegam com um dia de vida e ficam alojadas por, aproximadamente, 154 dias. Nos primeiros 13 dias as aves ficam expostas a uma intensidade luminosa de 60 lux durante as 24 horas do dia. A partir do 14º ao 21º dia a mesma intensidade luminosa incide por 8 horas diárias (Ligando às 8 h e desligando às 17 h).

No período do 22º dia ao 140º dia, a luz deve permanecer entre 5 e 10 lux durante o horário das 8 h às 17 h, sendo que o restante do dia não deve ter iluminação no barracão. Findado este período, a intensidade luminosa é elevada para 60 lux entre 7 h e 18 h e zero lux no período restante. Esta condição se mantém do 141º ao 147º de vida das aves

Durante os dias 148º a 154º, por um período de 14 h, as aves são submetidas a uma intensidade luminosa de 60 lux. Ligando as luzes as 7 h e desligando as 21 h.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 A EMPRESA

Através de uma estratégia de colonização do interior do Paraná, que baseou-se nos ensinamentos da encíclica *Mater et Magistra* (mãe e mestra), do Papa João XXIII que tratava da questão social da terra através da questão cooperativista oriundos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina 55 agricultores se reuniram na vila Missal no dia 19 de Março de 1964 para a criação de uma cooperativa. Os associados da época nem poderiam imaginar que se tornaria uma das mais sólidas cooperativas do Paraná.

Os trabalhos começaram a ser realizados com a produção agrícola, em que a cooperativa atendia os pequenos produtores da região com a recepção, armazenagem e comercialização de grãos. A partir da década de 1980 a cooperativa passou a industrializar parte da sua produção. Em 1983 a Lar inicia suas atividades no ramo de supermercados, que hoje conta com treze lojas. Com o crescimento promovido pela mecanização agrícola e para melhor atender os programas de expansão a cooperativa ampliou seus negócios para outros estados e até para o Paraguai.

Sua principal atuação é no setor agropecuário, trabalhando com a produção de soja, milho, trigo e produtos como suínos, aves, rações, vegetais e mandioca. Possui uma equipe de funcionários que totalizam 6,000 pessoas, e 8,000 associados. Com a ampliação das atividades agrícolas e pecuárias, é realizada a capacitação técnica de produtores rurais e geração de empregos. Os resultados são sentidos de forma sustentável por todas as fases da cadeia produtiva, do associado ao consumidor final, resultando em produtos de alto padrão de qualidade destinados ao mercado final e internacional (LAR, 2014).

A unidade produtora de pintainhos UPP é responsável pela cria e recria de aves que colocam ovos para serem incubados e posteriormente levados a agricultores para a engorda e posteriormente serem abatidas no frigorífico, seu destino final.

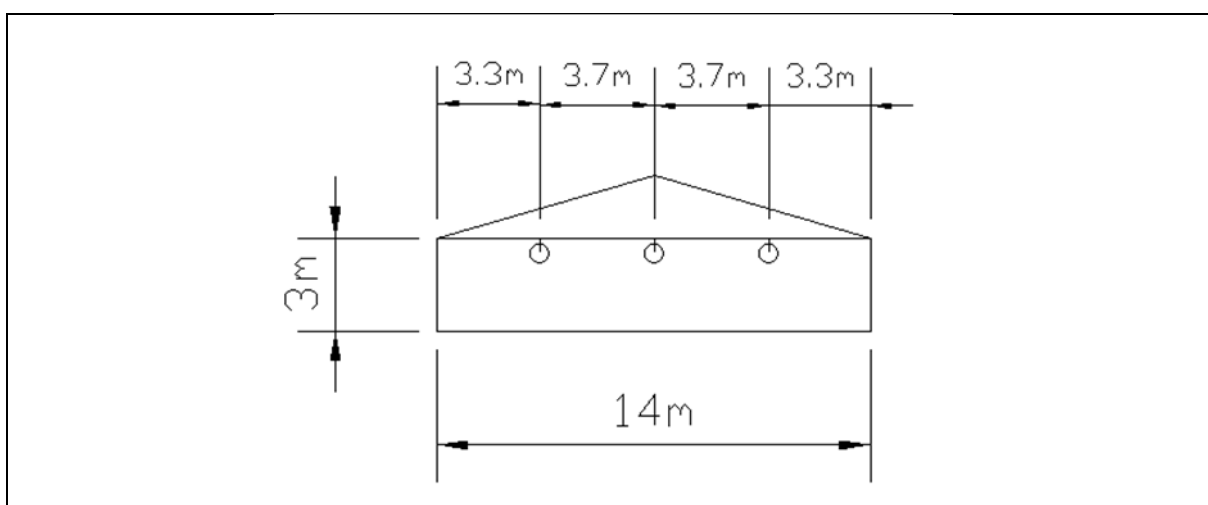
### 3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DOS BARRACÕES

Os barracões que serviram para o estudo possuem 105 m de comprimento e 14 m de largura totalizando uma área de 1470 m<sup>2</sup>. Possuem 8 exaustores equipados com filtro de luz, não permitindo a passagem da luz para não influenciarem na iluminância do interior do galpão, constituídos no sistema *darkhouse* gerando pressão negativa, não havendo a necessidade de abaixar as cortinas para refrigerar o ambiente.

A entrada de ar é feita por meio de placas evaporativas que funcionam com uma torre de resfriamento, de cor preta para dificultar a entrada de luz. As cortinas do galpão são pretas na parte interna, e na parte exterior são da cor cinza, o material é uma lona de aproximadamente 200 micras de espessura.

O teto é feito de isopainéis para controlar a entrada de calor, de cor branca e sem forro. O piso é de cor escura devido aos dejetos produzidos pelas aves. Seu sistema de iluminação atual é composto por 60 lâmpadas incandescentes, essas são apresentadas a seguir em desenho de forma a explicar a distribuição das luminárias.

A Figura 5 apresenta um corte esquemático do galpão utilizado no estudo, com a marcação de algumas medidas (em metros), como a altura, a largura, a distância entre a parede e as fileiras de lâmpadas laterais, e a distância entre as três fileiras de lâmpadas.



**Figura 4 – Posicionamento das lâmpadas**

Fonte: O autor

O barracão utilizado no estudo teve, no período de pesquisa, um número aproximado de 7500 aves.

As lâmpadas incandescentes instaladas são da fabricante Philips. com potência igual a 100 W, tensão utilizada de 220 V, bocal de instalação E27, com fluxo luminoso de 1340 lumens (PHILIPS, 2014).

O fabricante coloca que uma lâmpada incandescente possui vida útil de 10.000 h. Como as lâmpadas ficam acessas por 1882 horas no período de um lote, isso caracteriza que as lâmpadas incandescentes teriam vida útil de 5,3 lotes, como os lotes tem duração de 22 semanas então a vida útil de uma lâmpada incandescente é de 29 meses.

As lâmpadas que estão sendo comparadas são de tecnologia LED, da fabricante Inobran, com fluxo luminoso de 530 lumens, vida útil de 40.000 h com conexão do bocal E27. Utilizando o mesmo período em que as lâmpadas ficam acessas a vida útil de um lâmpada LED é de 21,2 lotes, ou seja, a vida útil de um lâmpada LED é de 117 meses.

A Figura 6 demonstra o posicionamento das lâmpadas em uma vista superior do barracão. A altura em que as lâmpadas estão posicionadas, em relação ao piso, é de 3 metros. As distâncias mostram que, no sentido longitudinal o posicionamento da lâmpada em relação a parede é de 5 m. No sentido transversal as lâmpadas estão posicionadas em relação a cortina a uma distância de 3.3 m, a distância entre as lâmpadas restantes é de 3.7 m.

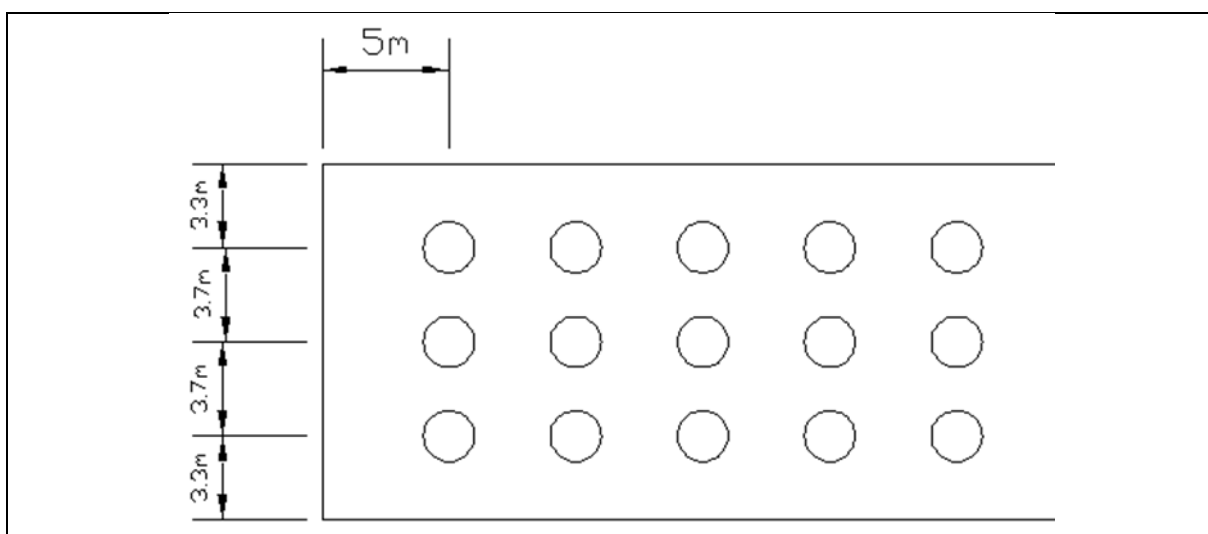


Figura 5 – Posicionamento das lâmpadas em vista superior

Fonte: O autor.



### 3.3 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

A metodologia aplicada para realizar os cálculos foi o método de lumens. Este método sugere que se realizem várias equações para atingir um resultado final.

O nível de iluminação necessário utilizado foi encontrado no Guia de Manejo de Matrizes COOB.

Para a definição do fator de utilização foi adotado a tabela proposta por Cotrim (2009), que pode ser visualizada na Figura 7.

Room Index K	Refletâncias								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,53	0,49	0,47	0,53	0,49	0,47	0,49	0,46	0,45
0,80	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,52	0,54	0,52	0,51
1,00	0,64	0,60	0,58	0,63	0,60	0,57	0,59	0,57	0,56
1,25	0,68	0,65	0,62	0,67	0,64	0,62	0,64	0,62	0,60
1,50	0,71	0,68	0,66	0,70	0,67	0,65	0,66	0,65	0,63
2,00	0,75	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70	0,71	0,70	0,68
2,50	0,78	0,76	0,74	0,76	0,75	0,73	0,74	0,73	0,71
3,00	0,79	0,78	0,76	0,78	0,77	0,75	0,76	0,75	0,73
4,00	0,81	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,75
5,00	0,82	0,81	0,80	0,80	0,80	0,79	0,78	0,78	0,76

Figura 6 – Determinação do coeficiente de utilização  
Fonte: Cotrim (2009).

A determinação do fator de utilização foi realizado utilizando o índice do local (K) e o fator de depreciação.

O índice do local foi obtido através da Equação (4), o fator de utilização foi encontrado através da Tabela 7 proposta por Creder (2005).

O fator de utilização foi encontrado através da Tabela 1. O número de luminárias foi obtido através da Equação (6), e para realizar o cálculo do fluxo luminoso no ambiente foi utilizada a Equação (5). Conforme já descrito acima o método utilizado para a realização dos cálculos foi o método de lumens, seguindo equações por ele propostas.

A primeira equação utilizada foi para calcular o índice do local (K), utilizando a Equação 4, onde o resultado final foi,  $K= 4,94$ .

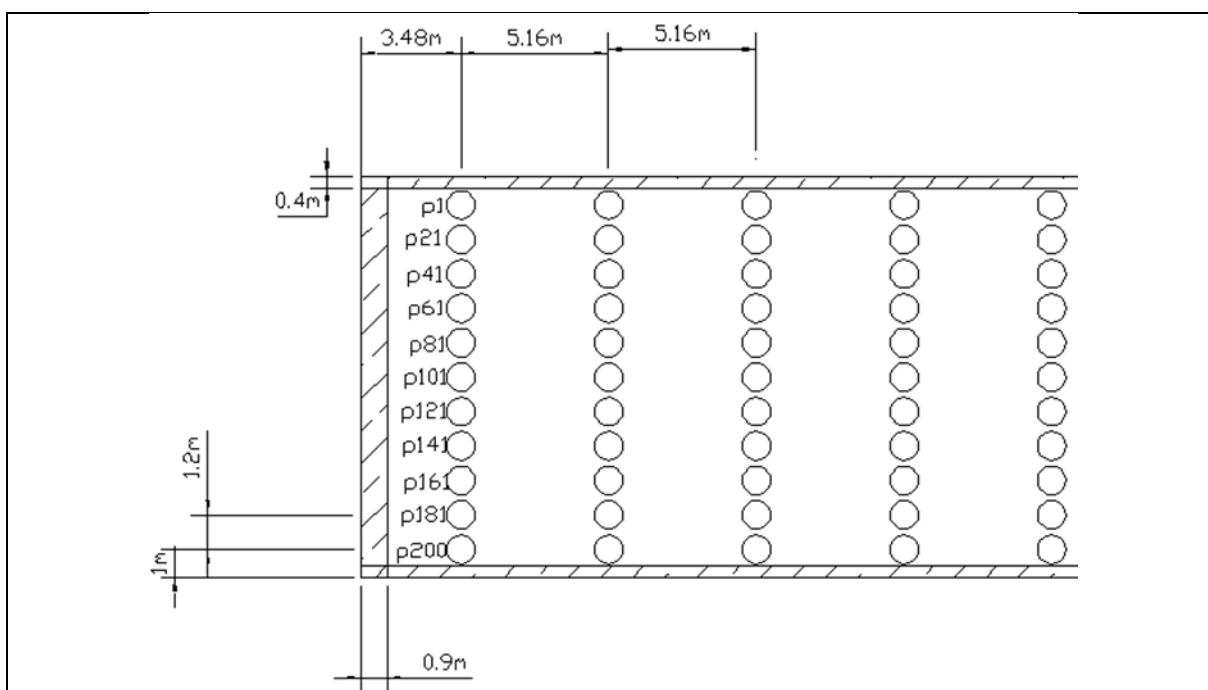
O valor de K deve ser utilizado para os dois sistemas, ou seja, para lâmpadas Incandescentes e para lâmpadas LED.

Depois de calcular K deve-se obter o fluxo luminoso total necessário, sendo este calculado através da Equação 5. Aplicando-se os valores e equação fica da forma mostrada a seguir, onde foi obtido o valor de 0,79 utilizando o índice do local, e o fator de utilização do recinto.

O fluxo luminoso total é igual a 169.159,95 lumens necessários para obter uma iluminância adequada. Uma vez definido o fluxo luminoso total requerido no ambiente, este valor deve ser considerado no cálculo do sistema de iluminação sendo que a escolha do tipo de lâmpada fará variar o número de lâmpadas em função do fluxo luminoso que cada uma emite.

### 3.4 MEDIÇÃO DA ILUMINANCIA MÉDIA DO BARRACÃO

A malha que definiu os 220 pontos de medição (distantes 5,16 m entre si) foi calculada através da Equação 8 proposta pela ABNT CIE ISO 8995/1. Os pontos próximos as laterais estão distantes 3,48 m da parede. A marginal no sentido transversal é de 0,4 m, já no sentido longitudinal é de 0,9 m. A Figura 8 mostra a distribuição dos pontos no interior do barracão.



**Figura 7 – Malha de medição**  
Fonte: O autor.

A Figura 8 mostra como os pontos estão distribuídos no barracão, é possível observar a ordem de medição, que se inicia no ponto p1 e finaliza-se no ponto p220, (este não é apresentado no desenho, está no final da linha p200).

A medição foi realizada a uma altura de 0,50 cm do chão, pois é nessa altura que se encontram os olhos das aves na maior parte da duração do lote.

A medição do sistema incandescente foi realizada no dia 27 de Julho de 2014 no período de 8 h até as 11:15 h, com sol forte o dia todo. As medições com as lâmpadas LED foram realizadas no dia 03 de agosto de 2014 no período de 8 h até as 11 h, com sol predominando o dia todo. Como o interior do galpão é a prova de luz não há a interferência do ambiente externo para as medições luminotécnicas.

### 3.5 ENGENHARIA ECONÔMICA

Após ter calculado o nível de iluminamento médio, o numero de luminárias para as duas opções, foi realizada a análise econômica de cada proposta.

Para verificar a análise econômica do projeto levou-se em conta o custo de aquisição do material, o custo de mão de obra para realizar a adequação do sistema, a fatura de energia elétrica no período de funcionamento do lote, este será apresentado no item 4.1.

Os custos do material e mão de obra foram orçados pela cooperativa Lar, o custo da tarifa de energia foi disponibilizado pela empresa acima citada.

Com base na proposta, foram analisadas comparativamente as duas ocasiões apresentadas. Realizando medições no sistema atual (incandescente), realizando a simples troca de lâmpadas incandescentes pelas de LED, e foram realizadas as medições no sistema LED.

A análise financeira foi elaborada através do *payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Para a realização dos cálculos não será levado em consideração o valor de cablagem e de instalação da mesma, o valor de instalação é cobrado por ponto e leva em consideração a simples troca e de instalação de um novo ponto.

## 4 RESULTADOS

As medições de iluminância foram realizadas com a utilização de um luxímetro nos dois barracões (um com lâmpadas incandescentes outro com lâmpadas LED). A Tabela 5 apresenta alguns pontos de medições realizadas no barracão com lâmpadas incandescentes instaladas. A tabela completa pode ser encontrada no Apêndice A.

**Tabela 5 – Alguns pontos de iluminância medida no sistema incandescente**

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X(m)	Y(m)	LUX
P1	3,48	1	10,2	P21	3,48	2,2	11,9
P2	8,64	1	15,3	P22	8,64	2,2	18,4
P3	13,8	1	15,4	P23	13,8	2,2	20
P4	18,96	1	17	P24	18,96	2,2	19
P5	24,12	1	17,5	P25	24,12	2,2	20
P6	29,28	1	14	P26	29,28	2,2	18
P7	34,44	1	15,1	P27	34,44	2,2	18,2
P8	39,6	1	16,5	P28	39,6	2,2	19,5
P9	44,76	1	19	P29	44,76	2,2	22
P10	49,92	1	29,2	P30	49,92	2,2	25
P11	55,08	1	14,6	P31	55,08	2,2	17
P12	60,24	1	17	P32	60,24	2,2	20,5
P13	65,4	1	16,2	P33	65,4	2,2	19,5
P14	70,56	1	14	P34	70,56	2,2	16
P15	75,72	1	13,4	P35	75,72	2,2	16

Fonte: O autor.

O sistema de iluminação incandescente é constituído por 60 lâmpadas e apresentou uma iluminância média de 21,5 lux.

O interior do barracão não apresentou difusidade da luz, ou seja, o ambiente não está iluminado uniformemente, a relação da iluminância média medida (21,50lux) com a iluminância máxima (36,9 lux) foi de 0,58 quando deveria ser não inferior a 0,7 (Conforme a norma vigente).

Já a relação da iluminância mínima medida (4,5 lux) com a média (21,50 lux) foi de 0,21, mostrando um resultado muito abaixo do padrão. Confirmando que o ambiente não é iluminado uniforme.

Para o cálculo do número de luminárias foi utilizada a Equação 6. Para o sistema incandescente em vigência, o número de lâmpadas será de 127 lâmpadas.

A Tabela 6 mostra o número ideal de luminárias, considerando-se o sistema de iluminação com lâmpadas incandescentes. A iluminância (E) escolhida de 60 lux foi retirada da indicação da tabela COOB. Devido a escolha da matriz de instalação ser 43 x 3 o número de lâmpadas ideal deveria ser de 129 lâmpadas.

**Tabela 6 – Número ideal de lâmpadas no sistema incandescente**

Grandeza	Unidade	Incandescentes
Hlp	M	2,5
$k = (C \cdot L) / (h \cdot (C + L))$		4,94
Comprimento L	M	105
Largura	M	14
Área A	m <sup>2</sup>	1470
Iluminância E	Lux	60
Fator de depr. D (SUJO)		0,66
Fator de rend. N / u		0,79
Fluxo lumin do ambiente FI = A * E / (n * d)	Lumens	169159,95
fi da luminária	Lumens	1340
Número IDEAL de luminárias N = FI / fi		127

Fonte: O autor.

Posteriormente foram medidas as iluminâncias no barracão com as lâmpadas LED instaladas, cujo projeto elétrico não varia, a posição das lâmpadas novas é a mesma das lâmpadas anteriores. A Tabela 7 apresenta os valores de algumas medições, e a tabela completa pode ser encontrada no Apêndice B.

**Tabela 7 – Alguns pontos de iluminância medida no sistema LED**

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X (m)	Y (m)	LUX
P1	3,48	1	2,6	P1	3,48	1	2,6
P2	8,64	1	6,1	P2	8,64	1	6,1
P3	13,8	1	6,4	P3	13,8	1	6,4
P4	18,96	1	7,2	P4	18,96	1	7,2
P5	24,12	1	6,9	P5	24,12	1	6,9
P6	29,28	1	8,3	P6	29,28	1	8,3
P7	34,44	1	5,1	P7	34,44	1	5,1
P8	39,6	1	6,4	P8	39,6	1	6,4
P9	44,76	1	8,7	P9	44,76	1	8,7
P10	49,92	1	8,1	P10	49,92	1	8,1
P11	55,08	1	4	P11	55,08	1	4
P12	60,24	1	4,1	P12	60,24	1	4,1
P13	65,4	1	5,8	P13	65,4	1	5,8
P14	70,56	1	7,8	P14	70,56	1	7,8
P15	75,72	1	9	P15	75,72	1	9

Fonte: O autor.

O ambiente apresentou iluminância média de 11,18 lux, não está iluminado uniformemente com uma relação entre a maior iluminância medida (21 lux) e a média (11,18 lux) de 0,55 enquanto a relação do menor (2,4 lux) valor de iluminância com a média foi de 0,21.

Para o cálculo do número de luminárias no sistema LED foi utilizada a Equação 6, e o resultado mostra que deveriam ser instaladas 319 lâmpadas.

A Tabela 8 apresenta o número ideal de luminárias com lâmpadas LED para adequação do barracão à norma vigente.

**Tabela 8 – Número ideal de lâmpadas para o sistema LED**

Grandeza	Unidade	LED
Hlp	M	2,5
$k = (C*L)/(h*(C+L))$		4,94
Comprimento L	M	105
largura W	M	14
Área A	m <sup>2</sup>	1470
Iluminância E	Lux	60
fator de depr. D (SUJO)		0,66
fator de rend. N / u		0,79
Fluxo lumin do ambiente FI = A*E / (n*d)	Lumens	169159,95
fi da luminária	Lumens	530
número IDEAL de luminárias N = FI/fi		320,0

Fonte: O autor.

Para o sistema LED, utilizando 530 lúmens como fluxo luminoso para cada lâmpada, e realizada uma matriz de 107 X 3, serão necessárias 321 lâmpadas.

A Tabela 9 compara o número ideal de lâmpadas incandescentes e LED e a iluminância média esperada do barracão.

**Tabela 9 – Comparação do numero de lâmpadas e de iluminância**

Grandeza	Unidade	Incandescentes	LED
número IDEAL de luminárias N = FI/fi		127	320
Iluminância média IDEAL	LUX	60	60
Número de luminárias INSTALADO		60	60
Iluminância média ESPERADA (lumens)	LUX	28,5	11,8
Iluminância média MEDIDA	LUX	21,5	11,3

Fonte: O autor.

Pode se observar que a variação é de 58%. Um dos fatores que contribuíram para isso é o pequeno fluxo luminoso emitido pela lâmpada LED, causando uma grande variação de resultados.

Outro fator importante é a comparação do iluminância esperada com a medida. É possível notar que no sistema incandescente, cuja medição foi realizada no final do lote, obteve-se um valor bem distinto entre a iluminância esperada e a medida. Uma diferença de 7 lux, isto pode ter sido ocasionado pela acumulação de poeira em volta do bulbo da lâmpada.

No sistema LED a medição foi realizada no início do lote, as lâmpadas estavam limpas e o ambiente havia sido lavado recentemente, assim havendo uma pequena diferença entre a iluminância esperada e a medida, este valor é de 0,5 lux.

#### 4.1 VIABILIDADE ECONÔMICA.

Para definir o valor de cada investimento foram considerados os valores unitários das lâmpadas incandescente e LED, mão de obra, e fatura de energia. O valor da lâmpada incandescente 100 W é de R\$ 7,50. O valor da lâmpada LED é de R\$ 43,00. O custo de instalação de novos pontos é de R\$ 10,00. A Tabela 10 apresenta os valores que foram utilizados para a realização dos cálculos.

**Tabela 10 – Relação de custos**

<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incandescente</b>	<b>LED</b>
Potencia da lâmpada	Watts	100	5
Numero de lâmpadas a serem instaladas		67	321
Numero total de lâmpadas no circuito		129	321
Fluxo luminoso da lâmpada	Lumens	1340	530
Tempo estimado em que as lâmpadas ficam acessas	H	1882	1882
Vida útil da lâmpada	H	10.000	40.000
Potência do circuito depois de instalado	kW	12,90	1,60
Valor unitário da lâmpada	R\$	7,50	43,00
Quantidade de bocais a serem comprados		127	320
Valor unitário do bocal	R\$	7,00	7,00
Custo unitário de mão de obra	R\$	10	10
Tarifação em horário de ponta	R\$	0,63	0,63
Tarifação em horário fora de ponta	R\$	0,14	0,14
Período das lâmpadas acessa em horário de ponta	H	417	417
Período de lâmpadas acessa em horário fora de ponta	H	1465	1465
<b>Valor final de instalação</b>	<b>R\$</b>	<b>3.160,00</b>	<b>18.756,00</b>
<b>Valor final de tarifação de energia</b>	<b>R\$</b>	<b>6.033,00</b>	<b>748,00</b>

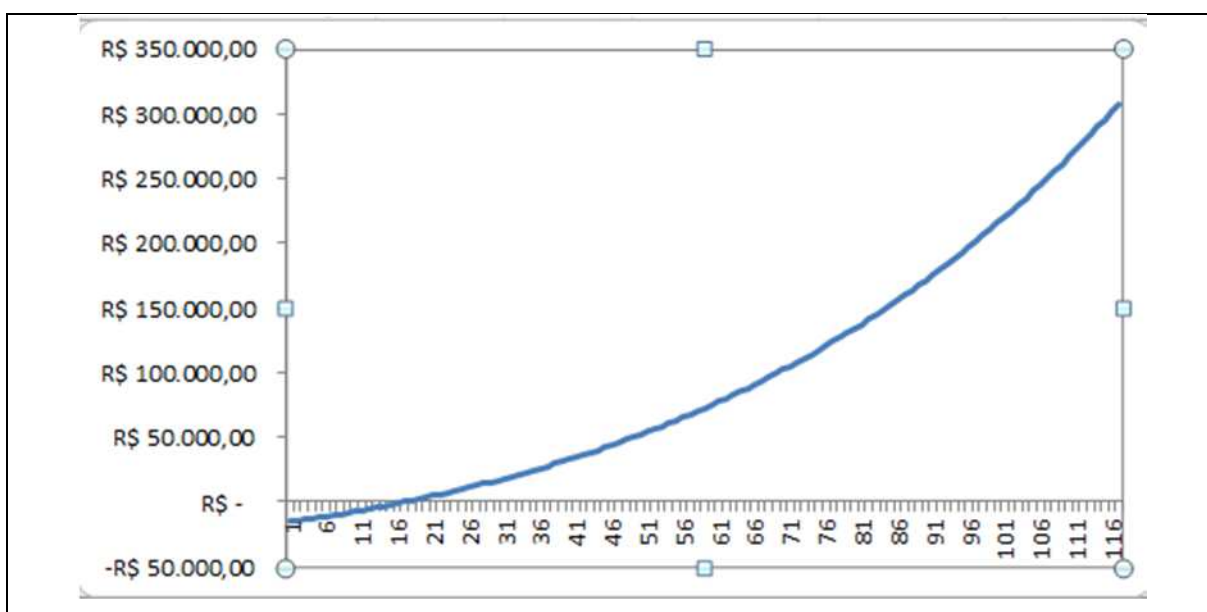
Fonte: O autor.

O custo de energia elétrica por kWh consumido é de R\$ 0,63 em horário de ponta, e de R\$ 0,14 em horário fora de ponta.

O custo total de readequação do sistema incandescente será R\$ 3.160,00 com um gasto de energia elétrica de R\$ 6.033,00. Esta tarifação de energia lote foi calculada para a duração total do lote.

O custo total para mudança do sistema de incandescentes para LED é de aproximadamente R\$ 18.756,00 com despesa de R\$ 748,00 na fatura de energia elétrica, no decorrer do lote. A economia na fatura de energia elétrica será de R\$ 5.825,00 por lote.

A Figura 8 apresenta o investimento sendo transformado em lucros.



**Figura 8 – Relação de custos**

Fonte: O autor.

Nota-se que no início do gráfico o valor é negativo, pois representa o investimento. No período em que a linha cruza a faixa zero representa o *payback*, e o final da curva representa a fim de vida útil da lâmpada, e o VPL.

Com a realização dos cálculos de Payback, obteve-se que o retorno do investimento se dará a partir do décimo sétimo mês.

A taxa interna de retorno (TIR) apresentou uma taxa de 3,09% am e o VPL foi de R\$ 310.644,68 durante a vida útil desta lâmpada, que é de 117 meses.

Desta forma, foi constatado que fazer a adequação dos barracões com a utilização de lâmpadas LED é técnica e economicamente viável.



## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo mostrou que a iluminância média medida no sistema incandescente foi de 21,5 lux, abaixo do esperado pela COOB, para a readequação do sistema incandescente é necessária à implantação adicional de 69 lâmpadas.

Com a implantação destas lâmpadas o número ideal é de 129 lâmpadas, distribuídas em uma matriz de 43X3.

Avaliou-se a proposta de substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED. Fez-se a simples troca das lâmpadas e foi realizada a medição, sendo que a iluminância média no sistema com LED foi de 11,3 lux, também abaixo do proposto pela COOB.

Ao analisar e realizar o projeto com lâmpadas LED foi obtido o valor de 321 lâmpadas LED que serão necessárias para iluminar o ambiente de forma coerente com a iluminância esperada. Estas serão distribuídas em uma matriz de 107 X 3.

A análise econômica mostrou que o custo de readequação do sistema com incandescente será de R\$ 3.160,00 e com uma fatura de energia de R\$ 6.033,00 para a duração total do lote. A implantação de lâmpadas LED custará em torno de R\$ 18.756,00 com uma fatura de energia no entorno de R\$ 748,00 no período total do lote.

Conforme critérios apresentados na metodologia o sistema de iluminação projetado é economicamente viável, o valor de payback será de 17 meses, com uma taxa de retorno de 3,09%.

Recomenda-se, para um próximo trabalho, que seja feita a implantação do sistema de iluminação LED em coerência com o projeto demonstrado e se realizem pesquisas para demonstrar a eficiência e contras deste sistema.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISSO 8995-1/2013. **Iluminação em ambientes de trabalho**

BARDELIN, C. E. A. **Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica** 2004. Dissertação (mestrado)-Escola politécnica. Universidade de São Paulo, 2004.

BONI, I. J; PAES, A. O. S. Programa de luz para matrizes: machos e fêmeas. **2º Simpósio técnico sobre matrizes de frangos de corte**. 1999. Chapecó, SC, Brasil.

CAMPOS, E; J. **Agricultura (razões, fatos e divergências)**. Belo Horizonte. Editora FEP-MVZ, 2000.

CAVALIN, Geraldo; Severino CERVELIN. **Instalações elétricas Prediais**, 1999, 2º edição. Ed, Érica. São Paulo-SP

COOB, Vantress. **Guia para otimizar o desempenho de matrizes** Disponível em: <[http://67.43.0.82/docs/default\\_source/Guides/Guia%20para%20otimizar%20%20de%20sempenho%20de%20matrizes\\_Brooding\\_Guide-Portuguese.pdf?SURSN=0](http://67.43.0.82/docs/default_source/Guides/Guia%20para%20otimizar%20%20de%20sempenho%20de%20matrizes_Brooding_Guide-Portuguese.pdf?SURSN=0)> Acesso em: 28 de Outubro de 2014

COPEL. **Taxas Tarifárias Copel**: Disponível em: <<http://www.copel.com.br>> Acesso em: 10 de Outubro de 2014

COTRIM, Ademaro Amb..1939-**Instalações létricas**/ Ademaro A.M.B Cotrim: Revisão e adaptação técnica José Aquiles Baesso Gromoni e Hilton Moreno.—5º ed—São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2009

CREDER, Hélio, 1926-2005: **Instalações Elétricas** /Hélio Creder: [Coordenação da revisão técnica e atualização Luiz Sebastião Costa] 15º.ed.- Rio de Janeiro: LTC.2007

ELETROBRAS PROCEL: **Iluminação eficiente**. Iniciativa da Eletrobras Procel e Parceiros/Organizadores: Luiz Eduardo Menandro de Vasconcellos e Marcos Alexandre Couto Limberger.- Rio de Janeiro:Eletrobras/Procel,2013

EMBRAPA: **2º SIMPOSIO SOBRE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE.**

Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa./sgc/sgc-publicacoes/anais9910.pdf>  
Acesso em 09 de Setembro de 2014

GEOCITIES. **Lâmpada incandescente:** Disponível em:

<<http://www.geocities.ws/saladefisica7/funciona/lâmpada.html>> Acesso em 20 de Setembro de 2014

INFOESCOLA; **Espectro eletromagnético.** Disponível em:

<<http://www.infoescola.com/Fisica/espectro-eletromagnetico>> Acesso em: 12 de Setembro de 2014

LUMIDEC; **Iluminação:** Disponível em:

<[http://www.lumicenteriluminação.com.br/Arquivos/Info\\_Tecnicas\\_Lumidec.pdf](http://www.lumicenteriluminação.com.br/Arquivos/Info_Tecnicas_Lumidec.pdf)>  
Acesso em: 29 de Setembro de 2014

JORDAN, Tavares: Rodrigo Aparecido, Maria Hermínia Ferreira: **Análise de sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis:** Mestrado em Engenharia Agrícola, Centro de ciências exatas e tecnológicas. UNIOESTE, Campus Cascavel. 2014.

Cooperativa Agroindustrial LAR. **Histórico.** Disponível em: <<http://www.lar.ind.br/>>  
Acesso em 10 de Novembro de 2014.

LUZ, Jeanine Marchiori da. **LUMINOTÉCNICA.** Disponível em:

<<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/luminotecnica.pdf>> Acesso em: 27 de Maio de 2014.

MACARI, Furlan, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos dde corte.** Jaboticabal: Funep, 1994. 296p.

MAMEDE. FILHO, João: **Instalações Elétricas Industriais/** João Mamede Filho.- 8º Ed-[Reimpr]- Rio de Janeiro. LTC.

MOREIRA, Vinicius de Araujo: **Iluminação Elétrica /**Vinicius de Araujo Moreira-São Paulo: Edgar Blucher; 1999.

PAMPLONA, Edson de Oliveira. **Engenharia econômica I.** Disponível em: <http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Apostee1.pdf> : Acesso em: 12 de Outubro de 2014.

**PHILIPS:** Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/connect/support/faq-conceitos-de-iluminação.wpd#> Acesso em 05 de Outubro de 2014

CFMV. **Programa de luz na avicultura de postura.** Brasília/DF-Ano XVII. Nº 52-2011.

SAUVEUR, B. **Photoperiodisme et reproduct iondes oisaux domestiques femelles.** Edinburgh, v. 9, n 1, p. 2534, 1996

**SOBRADINHO**, disponível em:  
<http://www.sobradinho.siteonline.com.br/interna.jsp?lnk=42891> Acesso em: 29 de Outubro de 2014

TERRA. **Galinhas podem ver mais cores que os seres humanos:** Disponível em:  
<<http://noticias.terra.com.br/ciência/pesquisa/galinhas-podem-ver-mais-cores-que-os-seres-humanos,6048a38790aea310vgnCld200000bbcceb0arcri.html>> Acesso em: 30 de Outubro de 2014

VIANA, Pedro. **Engenharia econômica e custos.** Universidade Integrada do alto Uruguai e das Missões. 48p. 2010.

VIEIRA, Fernanda M: **Conforto lumínico e artístico na arquitetura e urbanismo, 2011:** Disponível em:  
<http://professor.ucg.br/siteDocente/Admin/Arquivosupload/3206/Material/CL-ILUM%20natural%20Aula%205-2011-2.pdf>. Acesso em: 18 de Setembro de 2014

## **APÊNDICE A – ILUMINÂNCIA MEDIDA NO SISTEMA INCANDESCENTE**

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X(m)	Y(m)	LUX
<b>Continua</b>							
P1	3,48	1	10,2	P21	3,48	2,2	11,9
P2	8,64	1	15,3	P22	8,64	2,2	18,4
P3	13,8	1	15,4	P23	13,8	2,2	20
P4	18,96	1	17	P24	18,96	2,2	19
P5	24,12	1	17,5	P25	24,12	2,2	20
P6	29,28	1	14	P26	29,28	2,2	18
P7	34,44	1	15,1	P27	34,44	2,2	18,2
P8	39,6	1	16,5	P28	39,6	2,2	19,5
P9	44,76	1	19	P29	44,76	2,2	22
P10	49,92	1	29,2	P30	49,92	2,2	25
P11	55,08	1	14,6	P31	55,08	2,2	17
P12	60,24	1	17	P32	60,24	2,2	20,5
P13	65,4	1	16,2	P33	65,4	2,2	19,5
P14	70,56	1	14	P34	70,56	2,2	16
P15	75,72	1	13,4	P35	75,72	2,2	16
P16	80,88	1	13,7	P36	80,88	2,2	19
P17	86,04	1	15	P37	86,04	2,2	19
P18	91,2	1	14	P38	91,2	2,2	17,4
P19	96,36	1	12,7	P39	96,36	2,2	17,2
P20	101,52	1	4,5	P40	101,52	2,2	10
P41	3,48	3,4	16	P61	3,48	4,6	18,5
P42	8,64	3,4	23	P62	8,64	4,6	25
P43	13,8	3,4	25,5	P63	13,8	4,6	27,9
P44	18,96	3,4	25,5	P64	18,96	4,6	25,6
P45	24,12	3,4	27,6	P65	24,12	4,6	29
P46	29,28	3,4	21,4	P66	29,28	4,6	23
P47	34,44	3,4	25,5	P67	34,44	4,6	28,2
P48	39,6	3,4	25,3	P68	39,6	4,6	27,3
P49	44,76	3,4	31,1	P69	44,76	4,6	30,1
P50	49,92	3,4	36,9	P70	49,92	4,6	28,3
P51	55,08	3,4	24,6	P71	55,08	4,6	25,3
P52	60,24	3,4	26,2	P72	60,24	4,6	23,5
P53	65,4	3,4	26,8	P73	65,4	4,6	26,7
P54	70,56	3,4	25	P74	70,56	4,6	18,2
P55	75,72	3,4	21,2	P75	75,72	4,6	20,5
P56	80,88	3,4	24,4	P76	80,88	4,6	24,5
P57	86,04	3,4	26,7	P77	86,04	4,6	23,4
P58	91,2	3,4	25,4	P78	91,2	4,6	25,5
P59	96,36	3,4	23,3	P79	96,36	4,6	27,2
P60	101,52	3,4	12	P80	101,52	4,6	8
P81	3,48	5,8	18,4	P101	3,48	7	19,3
P82	8,64	5,8	24,8	P102	8,64	7	23

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X(m)	Y(m)	LUX
<b>Continua</b>							
P83	13,8	5,8	27	P103	13,8	7	26,3
P84	18,96	5,8	25,8	P104	18,96	7	27,2
P85	24,12	5,8	28,6	P105	24,12	7	29,3
P86	29,28	5,8	22	P106	29,28	7	24,2
P87	34,44	5,8	27,3	P107	34,44	7	30,2
P88	39,6	5,8	28	P108	39,6	7	31,3
P89	44,76	5,8	30	P109	44,76	7	33,4
P90	49,92	5,8	21,4	P110	49,92	7	28,4
P91	55,08	5,8	21,9	P111	55,08	7	26,5
P92	60,24	5,8	26,3	P112	60,24	7	30,7
P93	65,4	5,8	27,3	P113	65,4	7	30,1
P94	70,56	5,8	18,3	P114	70,56	7	18,6
P95	75,72	5,8	23,1	P115	75,72	7	25,3
P96	80,88	5,8	26	P116	80,88	7	28,4
P97	86,04	5,8	25,1	P117	86,04	7	24,6
P98	91,2	5,8	25,3	P118	91,2	7	24,4
P99	96,36	5,8	14,6	P119	96,36	7	16
P100	101,52	5,8	7	P120	101,52	7	11
P121	3,48	8,2	17,2	P141	3,48	9,4	15,3
P122	8,64	8,2	27,4	P142	8,64	9,4	20,1
P123	13,8	8,2	27,6	P143	13,8	9,4	25,7
P124	18,96	8,2	24,8	P144	18,96	9,4	22,7
P125	24,12	8,2	27,7	P145	24,12	9,4	19,5
P126	29,28	8,2	23,3	P146	29,28	9,4	20
P127	34,44	8,2	28,2	P147	34,44	9,4	27,2
P128	39,6	8,2	29,3	P148	39,6	9,4	27,2
P129	44,76	8,2	33,2	P149	44,76	9,4	29,3
P130	49,92	8,2	28,2	P150	49,92	9,4	24
P131	55,08	8,2	25,3	P151	55,08	9,4	23,3
P132	60,24	8,2	30	P152	60,24	9,4	27,7
P133	65,4	8,2	27,6	P153	65,4	9,4	24,8
P134	70,56	8,2	16,8	P154	70,56	9,4	21,3
P135	75,72	8,2	25,4	P155	75,72	9,4	25,5
P136	80,88	8,2	27,4	P156	80,88	9,4	23,8
P137	86,04	8,2	26	P157	86,04	9,4	23
P138	91,2	8,2	24,3	P158	91,2	9,4	22,5
P139	96,36	8,2	14,4	P159	96,36	9,4	24,2
P140	101,52	8,2	8,4	P160	101,52	9,4	8
P161	3,48	10,6	14	P181	3,48	11,8	12
P162	8,64	10,6	18,1	P182	8,64	11,8	19
P163	13,8	10,6	20,4	P183	13,8	11,8	18,1
P164	18,96	10,6	19,7	P184	18,96	11,8	17

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X(m)	Y(m)	LUX
<b>Conclusão</b>							
P165	24,12	10,6	16,8	P185	24,12	11,8	14,1
P166	29,28	10,6	15,8	P186	29,28	11,8	14,2
P167	34,44	10,6	17,9	P187	34,44	11,8	18
P168	39,6	10,6	17,2	P188	39,6	11,8	22
P169	44,76	10,6	22	P189	44,76	11,8	25,1
P170	49,92	10,6	34,6	P190	49,92	11,8	26
P171	55,08	10,6	12	P191	55,08	11,8	20,3
P172	60,24	10,6	18,8	P192	60,24	11,8	17,2
P173	65,4	10,6	18,4	P193	65,4	11,8	20,7
P174	70,56	10,6	17,6	P194	70,56	11,8	19,5
P175	75,72	10,6	23,9	P195	75,72	11,8	19,9
P176	80,88	10,6	20,2	P196	80,88	11,8	19,4
P177	86,04	10,6	19,5	P197	86,04	11,8	21,2
P178	91,2	10,6	22,1	P198	91,2	11,8	22,8
P179	96,36	10,6	15	P199	96,36	11,8	17,3
P180	101,52	10,6	7	P200	101,52	11,8	8
P201	3,48	13	8				
P202	8,64	13	11,7				
P203	13,8	13	13,6				
P204	18,96	13	13,9				
P205	24,12	13	10,3				
P206	29,28	13	11				
P207	34,44	13	14,6				
P208	39,6	13	18,2				
P209	44,76	13	21,4				
P210	49,92	13	33,7				
P211	55,08	13	12				
P212	60,24	13	15,5				
P213	65,4	13	14,1				
P214	70,56	13	12				
P215	75,72	13	13,2				
P216	80,88	13	11,7				
P217	86,04	13	12,3				
P218	91,2	13	15,6				
P219	96,36	13	11,8				
P220	101,52	13	6				



## **APÊNDICE B – ILUMINÂNCIA MEDIDA NO SISTEMA LED**

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X (m)	Y (m)	LUX
<b>Continua</b>							
P1	3,48	1	2,6	P1	3,48	1	2,6
P2	8,64	1	6,1	P2	8,64	1	6,1
P3	13,8	1	6,4	P3	13,8	1	6,4
P4	18,96	1	7,2	P4	18,96	1	7,2
P5	24,12	1	6,9	P5	24,12	1	6,9
P6	29,28	1	8,3	P6	29,28	1	8,3
P7	34,44	1	5,1	P7	34,44	1	5,1
P8	39,6	1	6,4	P8	39,6	1	6,4
P9	44,76	1	8,7	P9	44,76	1	8,7
P10	49,92	1	8,1	P10	49,92	1	8,1
P11	55,08	1	4	P11	55,08	1	4
P12	60,24	1	4,1	P12	60,24	1	4,1
P13	65,4	1	5,8	P13	65,4	1	5,8
P14	70,56	1	7,8	P14	70,56	1	7,8
P15	75,72	1	9	P15	75,72	1	9
P16	80,88	1	8	P16	80,88	1	8
P17	86,04	1	6,4	P17	86,04	1	6,4
P18	91,2	1	7,2	P18	91,2	1	7,2
P19	96,36	1	7,2	P19	96,36	1	7,2
P20	101,52	1	7,1	P20	101,52	1	7,1
P41	3,48	3,4	4,3	P61	3,48	4,6	6
P42	8,64	3,4	9,4	P62	8,64	4,6	11
P43	13,8	3,4	9,5	P63	13,8	4,6	12,1
P44	18,96	3,4	10,6	P64	18,96	4,6	13,5
P45	24,12	3,4	9,5	P65	24,12	4,6	11,8
P46	29,28	3,4	14,2	P66	29,28	4,6	13,2
P47	34,44	3,4	7,8	P67	34,44	4,6	10,5
P48	39,6	3,4	9,3	P68	39,6	4,6	11,2
P49	44,76	3,4	15	P69	44,76	4,6	16
P50	49,92	3,4	17	P70	49,92	4,6	16,4
P51	55,08	3,4	11	P71	55,08	4,6	11,2
P52	60,24	3,4	14	P72	60,24	4,6	13
P53	65,4	3,4	11	P73	65,4	4,6	10,8
P54	70,56	3,4	14	P74	70,56	4,6	13,4
P55	75,72	3,4	17,8	P75	75,72	4,6	15
P56	80,88	3,4	14,7	P76	80,88	4,6	14,4
P57	86,04	3,4	11,4	P77	86,04	4,6	11,6
P58	91,2	3,4	14,3	P78	91,2	4,6	13,6
P59	96,36	3,4	15,4	P79	96,36	4,6	16
P60	101,52	3,4	16,5	P80	101,52	4,6	16
P81	3,48	5,8	5,5	P101	3,48	7	7
P82	8,64	5,8	10,5	P102	8,64	7	11,6

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X (m)	Y (m)	LUX
<b>Continua</b>							
P83	13,8	5,8	12	P103	13,8	7	13
P84	18,96	5,8	14,5	P104	18,96	7	16
P85	24,12	5,8	12,8	P105	24,12	7	14,2
P86	29,28	5,8	12,9	P106	29,28	7	12
P87	34,44	5,8	13,3	P107	34,44	7	13,3
P88	39,6	5,8	13	P108	39,6	7	12,6
P89	44,76	5,8	15	P109	44,76	7	14,8
P90	49,92	5,8	10	P110	49,92	7	16
P91	55,08	5,8	16,5	P111	55,08	7	16,1
P92	60,24	5,8	13,3	P112	60,24	7	14
P93	65,4	5,8	12,4	P113	65,4	7	17
P94	70,56	5,8	14	P114	70,56	7	16,2
P95	75,72	5,8	13,2	P115	75,72	7	13,4
P96	80,88	5,8	14,2	P116	80,88	7	18
P97	86,04	5,8	13	P117	86,04	7	14,9
P98	91,2	5,8	14,2	P118	91,2	7	18
P99	96,36	5,8	16,1	P119	96,36	7	21
P100	101,52	5,8	15,3	P120	101,52	7	18
P121	3,48	8,2	5,9	P141	3,48	9,4	5
P122	8,64	8,2	10,5	P142	8,64	9,4	10,7
P123	13,8	8,2	11,7	P143	13,8	9,4	12,7
P124	18,96	8,2	14,7	P144	18,96	9,4	14,4
P125	24,12	8,2	12,7	P145	24,12	9,4	10,7
P126	29,28	8,2	12	P146	29,28	9,4	11,7
P127	34,44	8,2	12,2	P147	34,44	9,4	12,7
P128	39,6	8,2	13,4	P148	39,6	9,4	12,9
P129	44,76	8,2	13,6	P149	44,76	9,4	11,1
P130	49,92	8,2	14,1	P150	49,92	9,4	12,5
P131	55,08	8,2	14,4	P151	55,08	9,4	11
P132	60,24	8,2	13,3	P152	60,24	9,4	13
P133	65,4	8,2	14,4	P153	65,4	9,4	11,5
P134	70,56	8,2	14,1	P154	70,56	9,4	13,5
P135	75,72	8,2	12	P155	75,72	9,4	13,1
P136	80,88	8,2	14,9	P156	80,88	9,4	15,8
P137	86,04	8,2	14,8	P157	86,04	9,4	16
P138	91,2	8,2	15,5	P158	91,2	9,4	11,2
P139	96,36	8,2	17,2	P159	96,36	9,4	15,3
P140	101,52	8,2	16,4	P160	101,52	9,4	10,2
P161	3,48	10,6	3,1	P181	3,48	11,8	3,3
P162	8,64	10,6	8,3	P182	8,64	11,8	7,8
P163	13,8	10,6	9,4	P183	13,8	11,8	9,2
P164	18,96	10,6	11	P184	18,96	11,8	9,3

PONTO	X (m)	Y (m)	LUX	PONTO	X (m)	Y (m)	LUX
<b>Continua</b>							
P165	24,12	10,6	5,8	P185	24,12	11,8	6
P166	29,28	10,6	12,7	P186	29,28	11,8	9,2
P167	34,44	10,6	6,6	P187	34,44	11,8	5,3
P168	39,6	10,6	10,5	P188	39,6	11,8	10
P169	44,76	10,6	6,9	P189	44,76	11,8	7
P170	49,92	10,6	10	P190	49,92	11,8	9,7
P171	55,08	10,6	17	P191	55,08	11,8	14,4
P172	60,24	10,6	12,9	P192	60,24	11,8	9,1
P173	65,4	10,6	9,4	P193	65,4	11,8	8,2
P174	70,56	10,6	14	P194	70,56	11,8	9,8
P175	75,72	10,6	13,6	P195	75,72	11,8	10
P176	80,88	10,6	15,2	P196	80,88	11,8	11,2
P177	86,04	10,6	17,4	P197	86,04	11,8	11
P178	91,2	10,6	9,9	P198	91,2	11,8	7,3
P179	96,36	10,6	15,5	P199	96,36	11,8	11,8
P180	101,52	10,6	15,6	P200	101,52	11,8	10,7
P201	3,48	13	2,4				
P202	8,64	13	6,5				
P203	13,8	13	8				
P204	18,96	13	7,8				
P205	24,12	13	6,4				
P206	29,28	13	8				
P207	34,44	13	6,2				
P208	39,6	13	7,5				
P209	44,76	13	6,1				
P210	49,92	13	7,3				
P211	55,08	13	8,5				
P212	60,24	13	8,3				
P213	65,4	13	6,7				
P214	70,56	13	6,9				
P215	75,72	13	6,4				
P216	80,88	13	8				
P217	86,04	13	8				
P218	91,2	13	6,7				
P219	96,36	13	7,6				
P220	101,52	13	7,5				