

ANÁLISE LUMINOTÉCNICA DE UM AVIÁRIO USANDO A TEORIA DE DIFERENÇA DE MAPAS TEMÁTICOS

CAIO V. SPECIA¹, TASSIO GARCIA², EVANDRO A. KONOPATZKI³, IVAN WERNCKE⁴, SILVIA COELHO⁵

¹ Acad. Curso Engenharia Elétrica da UTFPR-MD - Medianeira-PR, (45) 9109-1308, eakonopatzki@utfpr.edu.br

² Acad. Curso Engenharia Elétrica da UTFPR-MD - Medianeira-PR

³ Eng. Eletricista, Me. Prof. da UTFPR-MD, Medianeira - PR, doutorando PGEAGRI - Unioeste – Cascavel-PR,

⁴ Tecnólogo em Manutenção Industrial, Me. Prof. UTFPR-MD - Medianeira-PR,

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Dr., PGEAGRI, Unioeste - Cascavel- PR.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: A teoria da iluminação aplicada a aviários tem sofrido grandes impactos relacionados à inovação tecnológica das lâmpadas, destacando-se na inovação a lâmpada LED que apresenta variedade na intensidade luminosa e no espectro de frequência da emissão da luz. Alguns estudos mostram que a variação do espectro pode aumentar a produtividade das aves poedeiras enquanto outros apresentam a iluminação como o segundo maior insumo nos aviários e núcleos de recria brasileiros. Este estudo verificou a influência da substituição das lâmpadas instaladas em um aviário por lâmpadas LED utilizando o método de diferença de mapas temáticos para identificar a falta da difusividade preconizada pela curva fotométrica das lâmpadas instaladas e projetadas. Foi possível verificar que o sistema antes instalado com lâmpadas incandescentes não apresentou os índices luminotécnicos apontados pela literatura. Também foi possível verificar que as lâmpadas LED devem ser posicionadas diferentemente no ambiente para que a distribuição da luz seja difusa. Concluiu-se que a lâmpada LED é uma opção tecnicamente viável para a troca do sistema de iluminação bem como vantajoso o uso da técnica de verificação de difusividade por meio da diferença dos mapas temáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Difusividade da luz, Gráficos temáticos, Iluminação de aviários

LIGHTING TECHNIQUE ANALYSIS OF AN AVIARY USING THE THEORY OF DIFFERENCE OF THEMATIC MAPS

ABSTRACT: The theory of lighting applied to laying birds has undergone major impacts related to technological innovation of lamps, especially on innovation LED lamp that has variety in light intensity and frequency spectrum of light. Some studies show that the variation of the spectrum can increase the productivity of laying birds while others feature the lighting as the second largest input in aviaries and nuclei of growing Brazilian. For this reason interest in replacing the lamps. This study examined the influence of replacing the lamps installed in an aviary by LED lamps using the thematic maps difference method to identify the lack of diffusivity caused by the photometric curve of the installed and designed lamps. It was verified that the system installed before with incandescent bulbs did not provide the luminotécnicos indices mentioned by the literature, or for LED lamps with simple exchange. It was also observed that LED bulbs should be positioned differently in the environment so that the light distribution is diffuse. It was concluded that the LED lamp is a technically

feasible option for changing the lighting system and advantageous use of the diffusivity checking technique using the difference of thematic maps.

KEYWORDS: Light diffusivity, Poultry lighting, Themed graphics

INTRODUÇÃO

O Manual de Manejo de Frangos de Corte COBB indica que os programas de luz são fundamentais para o bom desempenho dos frangos que compõe o lote e afirma que são necessárias alterações na intensidade luminosa recebida pelos animais, em idades pré-determinadas, variando com a meta de peso final definida pelo mercado. (COBB-VANTRESS, 2008)

Este manual afirma que programas dedicados a evitar o ganho excessivo de peso entre 7 e 21 dias tem se mostrado eficazes na redução da mortalidade em decorrência de ascite, morte súbita, problemas de pernas e mortalidade por spiking. Os programas de luz que preconizam 6 horas contínuas de escuro melhoram o desenvolvimento do sistema imunológico.

São três os estágios de iluminamento das aves dentro de um aviário, cujas características são:

- a) O primeiro estágio consiste em manter o nível de iluminância em 25 lux da chegada dos pintainhos até o sétimo dia no aviário;
- b) O segundo estágio que perdura do 8º ao 43º dias de permanência da ave a uma iluminância de 5 lux; e
- c) O terceiro estágio constituído pela ave alojada entre os dias 43º e 45º a um nível de iluminância de 20 lux.

O dimensionamento das lâmpadas necessárias à promoção da iluminância adequada pode seguir 3 métodos, que são o método de Lúmens, o método das cavidades zonais e o método ponto-a-ponto. Conforme Creder (2009) o método de Lúmens deve ser empregado nas áreas residenciais, comerciais e em ambientes comuns (aqueles não industriais meticulosos), podendo este método ser adotado em aviários onde se considerada a maior iluminância necessária (25 lux) e a possibilidade de instalação de um sistema de controle de luz que faça variar a iluminância dentro dos valores exigidos pelo programa de luz.

O procedimento para medição da iluminância de um ambiente é sugerido pela ABNT/NBR-ISO 8995-1/2013 no qual são calculadas as distâncias longitudinal e transversal de cada ponto de medição, de forma a construir uma matriz de medição.

Dado que os momentos de incidência luminosa e o valor dela são essenciais ao bom desempenho das aves (ganho de peso e manutenção do número), determinou-se o nível de iluminância de um aviário construído no Município de Medianeira – PR, através de mapas temáticos da iluminância e da diferença entre a iluminância e os estágios de luz necessários às aves durante sua estada no aviário, com objetivo de verificar se o uso de mapas temáticos e da diferença de mapas temáticos facilita a visualização de pontos de melhoria do sistema de iluminação.

MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento de levantamento de dados e tratamento das informações foi o levantamento da iluminância no aviário e cálculo da iluminância média. Posteriormente foi calculado o número mínimo de lâmpadas fluorescentes (da marca e modelo instalados no

aviário) necessárias para a obtenção da iluminância desejada (25 lux).

Em seguida foram construídos os mapas da iluminância medida e das diferenças entre a iluminância medida e as iluminâncias desejadas em cada estágio de crescimento das aves com o objetivo de analisar o mapa verificando regiões disformes e buscando alternativas para elas.

Também foi alterada a escala de imagens na construção do mapa com o objetivo de concatenar uma faixa da escala aos limites de difusidade apresentados pela norma e, com isso, constatar as regiões de distribuição não uniforme da luz.

O aviário possui 100 m de comprimento e 12 m de largura com 22 lâmpadas fluorescentes compactas instaladas em uma única linha central e longitudinal.

As lâmpadas são da marca Philips, modelo TS12 com potencia de 25W cada com eficiência luminosa de 100 lm/W e instaladas a 2 m do solo.

As cortinas utilizadas no aviário são claras desfavorecendo o programa de luz sugerido pelo manual Cobb dado que a incidência solar direta influencia na iluminância interna.

A medição foi realizada entre 14h05 e 16h30, com clima ensolarado, com poucas nuvens e temperatura ambiente de 28 °C.

Medição Luminotécnica

A medição de iluminância do aviário seguiu a metodologia proposta pela ABNT/NBR-ISO 8995-1/2013 na qual é calculada uma matriz de pontos de medição que segue a Equação 1:

$$p = 0,2 * (5) \log_{10}(d) \quad (1)$$

em que,

p é o tamanho da grade expresso em metros (m)

d é a maior dimensão da superfície de referência expressa em metros (m)

n é o número de pontos de cálculo considerando a grade p

A definição da difusidade é apresentada na mesma norma e consiste no iluminamento mais próximo possível da Iluminância média em todo ambiente. Desta forma garante-se que todo ambiente fique iluminado de forma igual. A ABNT/NBR-ISO 8995-1/2013 afirma que a difusidade ocorre quando a variação das iluminâncias não excede 30% da média do ambiente, assim as Equações 2 e 3 apresentam esta relação.

$$I_{\text{méd}} / I_{\text{máx}} < 0,7 \quad (2)$$

$$I_{\text{mín}} / I_{\text{méd}} < 0,7 \quad (3)$$

em que,

$I_{\text{méd}}$ é a iluminância média medida no ambiente (lux)

$I_{\text{mín}}$ é a iluminância mínima medida no ambiente (lux)

$I_{\text{máx}}$ é a iluminância máxima medida no ambiente (lux)

Dimensionamento Luminotécnico

O procedimento para calcular o número mínimo de lâmpadas segue o Método de Lumens apresentado por Creder (2009) e é calculado pela Equação 4:

$$N = [(E * S) / (\mu * d)] / \varphi \quad (4)$$

em que,

E é a iluminância máxima requerida no ambiente (lux)

S é a área do ambiente (m²)

μ é fator de utilização (adimensional)

d é fator de depreciação (adimensional)

φ é o fluxo luminoso emitido pela lâmpada escolhida

Destaca-se a forma de encontrar o fator de utilização (μ) e o fator de depreciação (d). Onde o fator de utilização (μ) é tabelado e encontrado na relação do fator do local (k) dado pela Equação 5, e também pelo índice do local (i) dado pelas cores do teto, paredes e piso.

$$k = (L*C)/[h*(L+C)] \quad (5)$$

em que,

k é o fator do local (adimensional)

L é a largura do ambiente (m)

C é o comprimento do ambiente (m)

h é a distância vertical entre a aves e as lâmpadas (m)

Já o fator de depreciação é tabelado, dado pela característica da atividade e uso do ambiente (limpo, normal, sujo) relacionada ao intervalo de limpeza e sistema de manutenção no sistema de iluminação.

Mapas Temáticos

A construção dos mapas temáticos é feita com softwares dedicados como o Surfer[®] usado nesta pesquisa. A Figura 1 apresenta a interface do software Surfer, versão demonstrativa cujo acesso é gratuito.

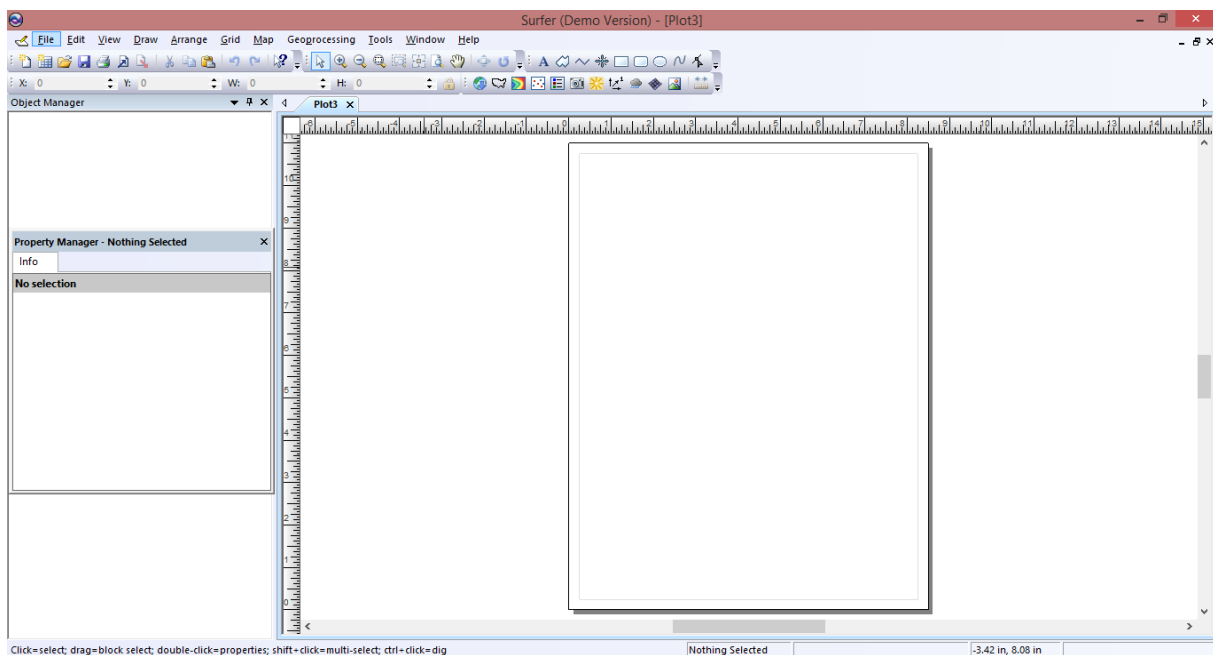


FIGURA 1. Interface do software utilizado na construção e análise dos mapas temáticos. **Software interface used in the construction and analysis of thematic maps**

Uma vez iniciado o sistema os dados foram parametrizados utilizando-se a função GRID e DATA.

A figura 2 apresenta um mapa 3D Surface da iluminância medida no aviário.

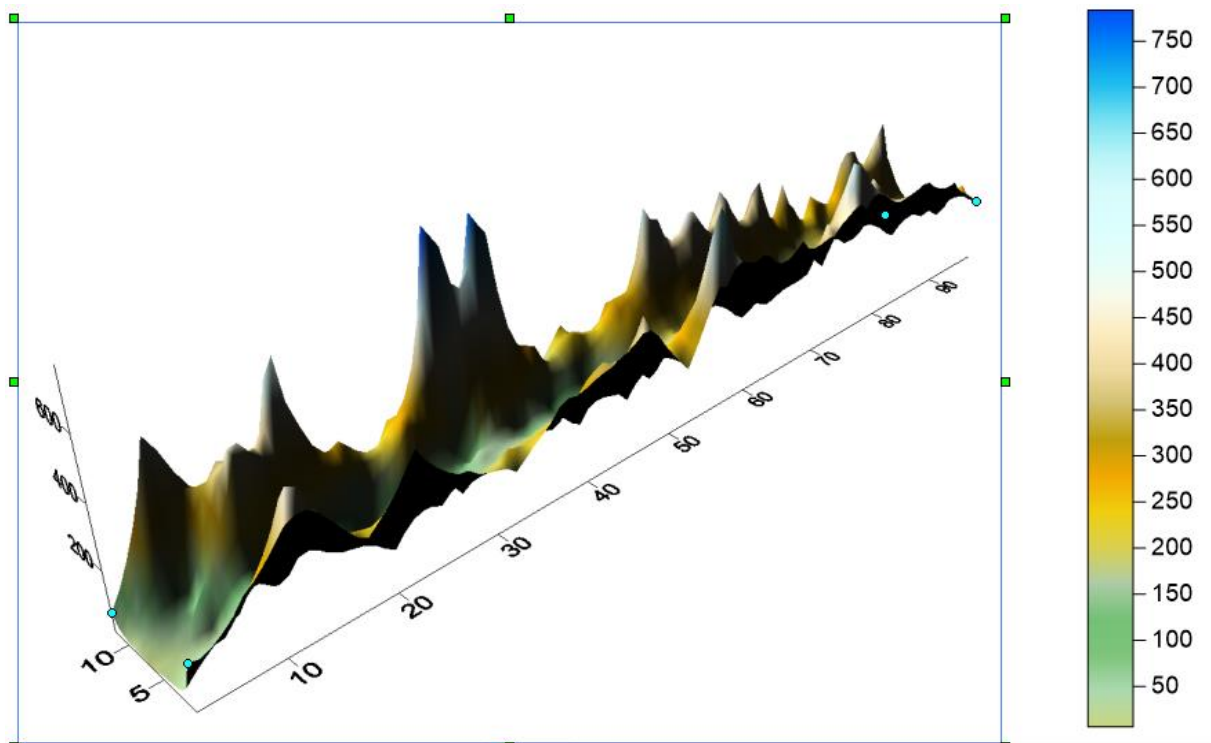


FIGURA 2. Mapa 3D Surface apresenta a iluminância medida no aviário à altura de 0,30 m do solo. **Surface 3D map shows the illuminance measured in the aviary at the height of 0.30 m above the ground**

O mapa 3D Surface mostra a distribuição espacial da intensidade luminosa que chega nas aves (à distância de 0,30 m do solo).

Uma vez parametrizados os mapas é possível, ainda, realizar operações matemáticas como a diferença entre os mapas.

Foram realizadas as diferenças entre o mapa da iluminância medida no aviário e a iluminância requerida pelas aves nos 3 estágios de alojamento no aviário. Desta forma foram comparadas as intensidades luminosas e verificado que os espaços nos quais a iluminância foi nula foram os mais adequados ao programa estabelecido pelo manual da Cobb.

Também foi calculada a média da iluminância medida no aviário e os limites superior e inferior (dados pelas Equações 2 e 3, respectivamente) para a caracterização da difusidade da luz. Com estes dados foi alterado o intervalo da escala a fim de apresentar uma das faixas da escala com estes limites.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a ABNT/NBR-ISO 8995-1/2013 foi definida a matriz de medição com 220 pontos distantes 1,13 m na direção transversal do aviário e 5 m na direção longitudinal.

A iluminância média ($E_{méd}$) foi de 238,8 lux com as iluminâncias máxima e mínima de, respectivamente, 1038,0 lux e 6,0 lux. Mostrando grande variação na distribuição da iluminância pelo aviário. Os altos valores apresentados apresentam grande contribuição da luz solar, devido à característica das cortinas serem claras.

Os limites superior e inferior de iluminância que caracterizam a difusidade do ambiente, calculados a partir das equações 2 e 3, são de 341,14 lux e 167,16 lux (respectivamente). Quando comparados à iluminância máxima e mínima mostram a não-difusidade da luz no aviário. Esta variação pode deixar as aves agitadas ou fazer variar o padrão de alimentação

das mesmas, o que pode prejudicar o desempenho das mesmas, implicando perda na produção.

O método de Lumens foi utilizado para definir o número de lâmpadas ideal sendo que os fatores do local (k), de utilização (μ) e de depreciação (d) foram de 6,3; 0,32 e 0,75 (respectivamente).

A iluminância média esperada no aviário, na situação atual composta pelas 22 lâmpadas citadas, é de 11 lux. O que pode justificar a mínima iluminância medida no barracão (6,0 lux). Também espera-se uma distribuição não uniforme da iluminância no ambiente devido à forma de instalação das lâmpadas.

Desta forma, calculando o número mínimo de lâmpadas necessárias por meio da Equação 4 foi constatada a necessidade de 50 lâmpadas. Isto é, com 50 lâmpadas instaladas no aviário a iluminância esperada será de 25 lux. Sendo que a distribuição adequada para a difusidade da luz seria uma matriz de 2 linhas por 25 colunas.

Construindo um mapa 3D *Wireframe* da Iluminância medida no aviário (conforme apresenta a Figura 3) verifica-se a não uniformidade da energia luminosa que atinge às aves.

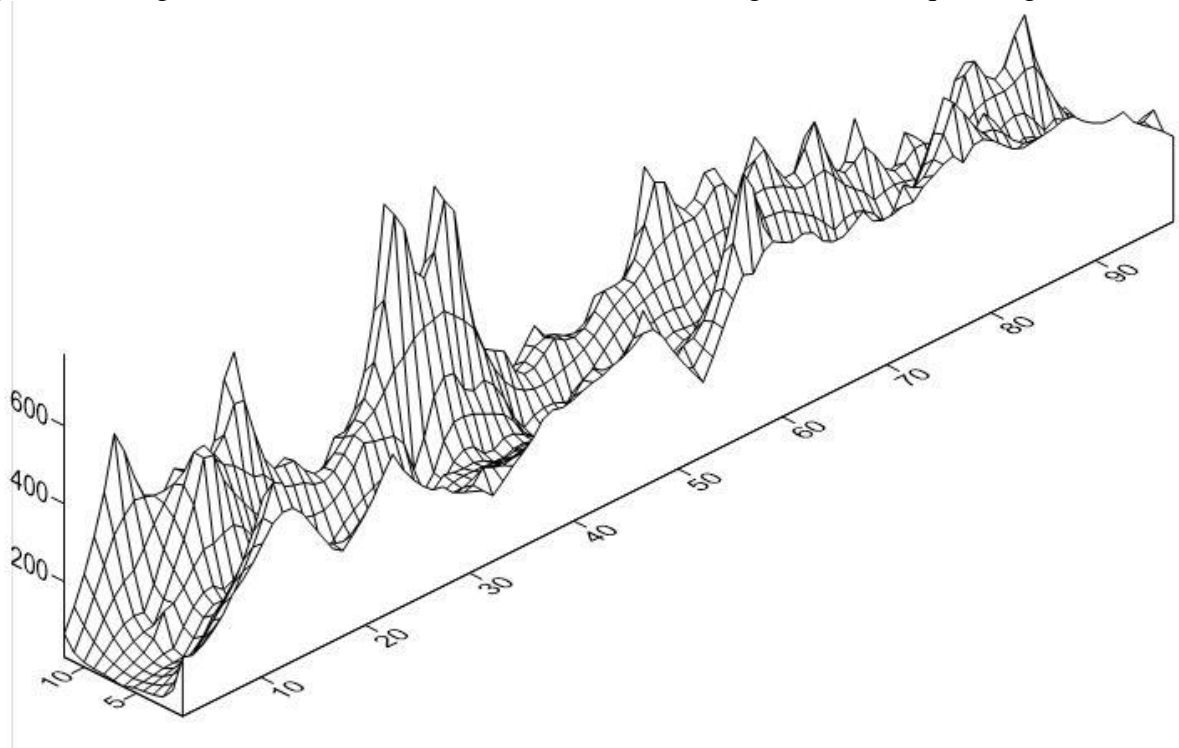


FIGURA 3. Curva 3D *Wireframe* representando a iluminância medida no aviário. **Curva 3D *Wireframe* representando a iluminância medida no aviário.**

Constatou-se que grande parte dessa variação deu-se pela incidência solar nas aberturas laterais consistidas em cortinas claras. Observou-se ainda uma elevação maior no nível de iluminância apresentado nas coordenadas (30,10) a (40,10) promovido pelo reflexo de silo metálico utilizado como depósito da ração das aves.

Os mapas temáticos construídos apresentam a quantidade de energia luminosa que chega aos olhos das aves, como condição de conforto consideradas a 0,30 m dos olhos. A Figura 4 mostra quatro mapas temáticos contendo na opção (a) a curva de iluminância medida no aviário.

Na Figura 4 (b) é apresentada a diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária para o primeiro estágio de crescimento das aves que é de 25 lux, medido entre o primeiro e o sétimo dias de alojamento.

Já a figura 4 (c) mostra o mapa da diferença entre a Iluminância medida e a iluminância necessária (5 lux) para o segundo estágio de crescimento das aves, composto ao período de 8 a 43 dias de alojamento.

Por fim, a Figura 4 (d) mostra o mapa com a diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária (20 lux) para o terceiro estágio alojamento das aves (entre o 43° e 45° dias).

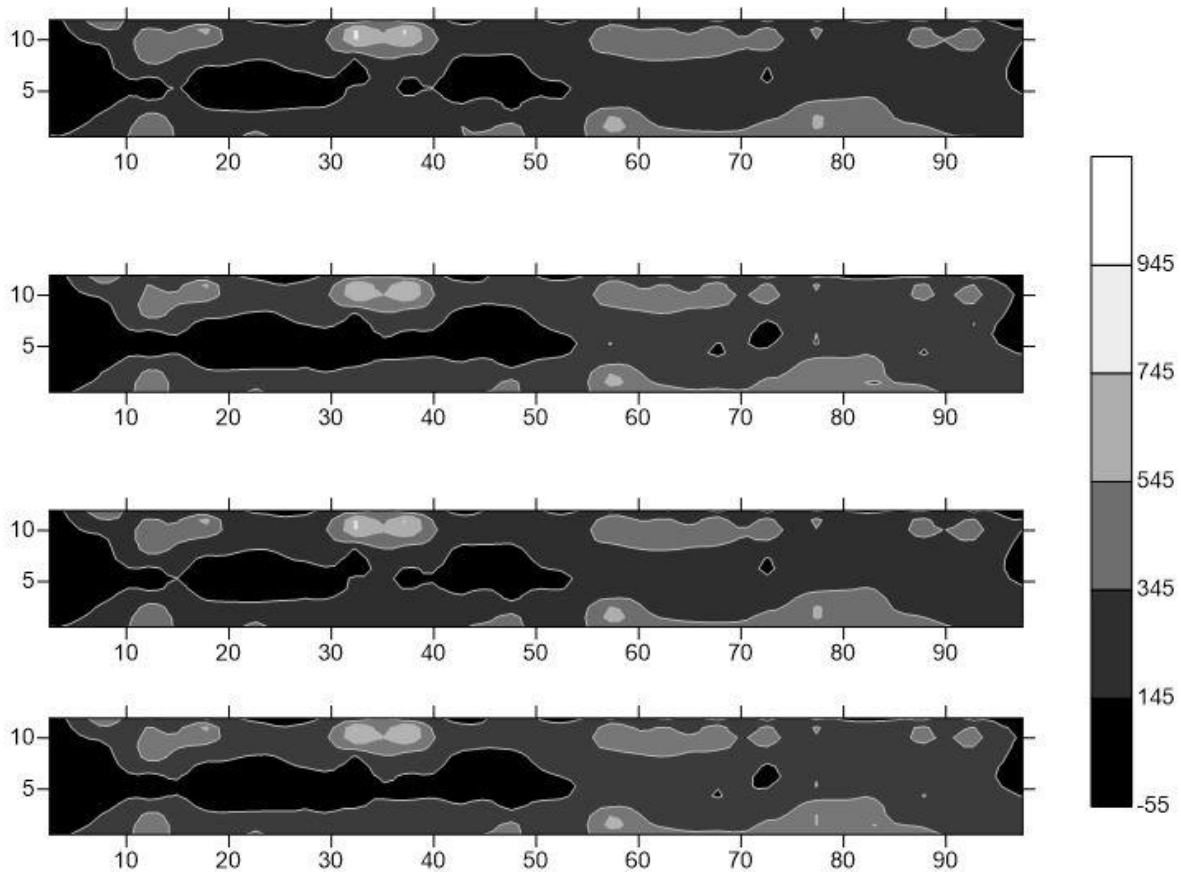


FIGURA 4. Curva de Iluminância no aviário. (a) Medida. (b) Diferença entre a Iluminância medida e a necessária para o primeiro estágio de crescimento das aves. (c) Diferença entre a Iluminância medida e a necessária para o segundo estágio de crescimento das aves. (d) Diferença entre a Iluminância medida e a necessária para o terceiro estágio de crescimento das aves. **Illuminance curve in the aviary. (a) Measure. (b) the difference between the measured and the illuminance required for the first stage of growth of the birds. (c) the difference between the measured and the illuminance required for the second stage of growth of the birds. (d) The difference between the illuminance measurement and necessary for the third stage of growth of the birds.**

Constata-se que algumas regiões apresentam iluminância menor que 25 lux. Fato que impossibilita a execução do programa de luz de forma completa, espera-se que as aves locadas nestas ilhas tornem-se agitadas e saiam deste espaço, isto promoverá aumento de densidade das aves noutras regiões do aviário e consequentes aumentos na agitação da maioria das aves.

Na figura 5 são apresentados os mapas temáticos com escala manipulada para apresentação da difusidade da luz no ambiente. A faixa de iluminamento que apresenta boa iluminância é composta pelos limites 167,17 lux e 341,14 lux

A Figura 5 (a) apresenta a iluminância medida. A Figura 5 (b) mostra a iluminância

obtida pela diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária no estágio 1 de crescimento das aves. A Figura 5 (c) mostra a iluminância obtida pela diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária no estágio 2 de crescimento das aves. A Figura 5 (d), por sua vez, apresenta a iluminância obtida pela diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária no estágio 3 de crescimento das aves.

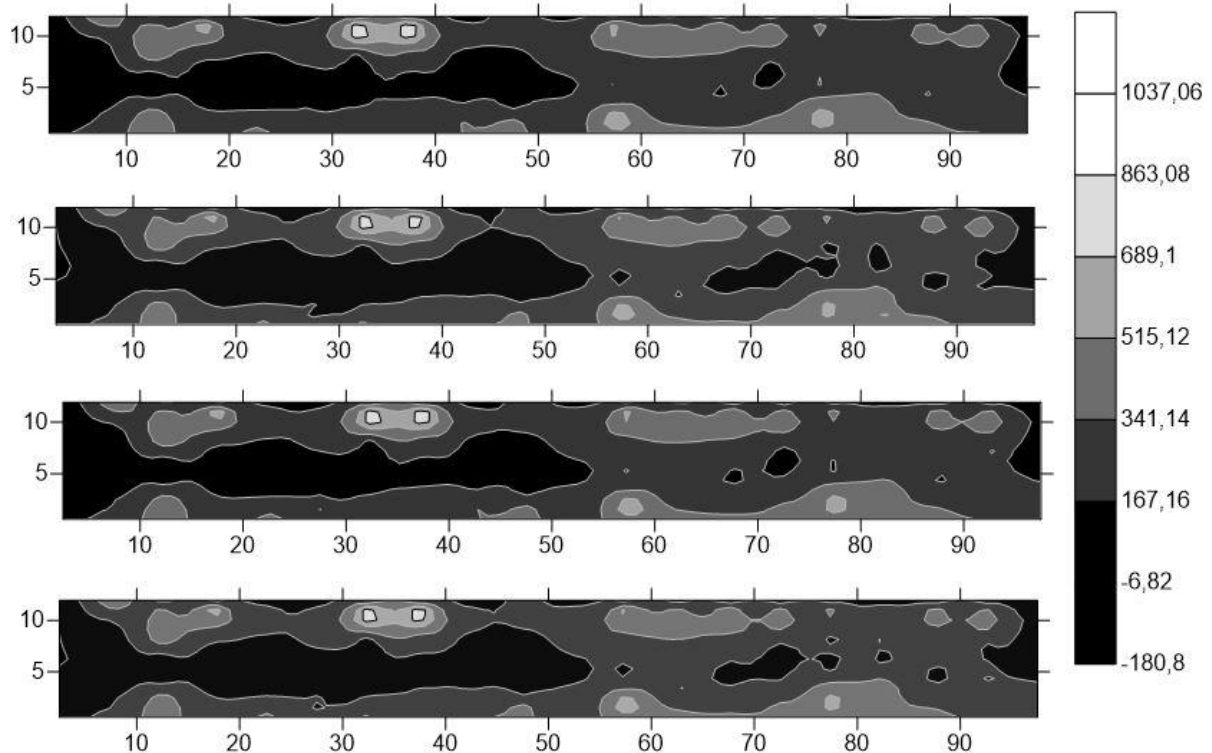


Figura 5. Mapa temático com escala manipulada para apresentação da difusidade da luz no ambiente com: (a) iluminância medida. (b) Iluminância obtida pela diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária no estágio 1 de crescimento das aves. (c) Iluminância obtida pela diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária no estágio 2 de crescimento das aves. (d) Iluminância obtida pela diferença entre a iluminância medida e a iluminância necessária no estágio 3 de crescimento das aves. **Thematic map with manipulated scale at which the light diffusivity in the environment with: (a) illuminance measurement. (b) illuminance obtained by the difference between the measured illuminance and the illuminance required in the first stage of growth of poultry. (c) illuminance obtained by the difference between the measured illuminance and the illuminance required in the second stage of growth of poultry. (d) illuminance obtained by the difference between the measured illuminance and the illuminance required in the third stage of growth of poultry.**

Constatou-se que grande parte do aviário possui iluminação difusa e superior aos 25 lux desejados pelo programa, mostrando que é possível promover o controle de iluminância ao programa de luz.

CONCLUSÕES

Os mapas temáticos são ferramentas que facilitam a identificação de falhas no sistema de iluminação e corroboram para a intervenção visando as melhorias e adequações do sistema.

A teoria de diferença de mapas temáticos auxilia o técnico na percepção da quantidade de energia luminosa que chega às aves e facilita a interpretação dos níveis adequados, dado que a diferença deve ser nula quando a iluminância desejada é igual à iluminância medida.

Tendo uma faixa considerada como de luz difusa, a ser calculada pelo nível de iluminamento desejado, é possível manipular a escala no Software, durante a construção do mapa, para fazer com que os limites sejam os mesmos da difusidade preconizada pela norma.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. Iluminação de ambientes de trabalho.

COBB-VANTRESS. Manual de Manejo de Frangos de Corte. Disponível em <<http://www.cobb-vantress.com/products/guide-library.htm>>. Publicado em 2008. Acesso em 16/02/2014.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas, 2007, 15ª edição. Ed. LTC, Rio de Janeiro-RJ.

NFT ALLIANCE. Aves têm melhor desempenho com iluminação adequada. Disponível em: WWW.nftalliance.com.br/artigos/aves/aves-tem-melhor-desempenho-com-iluminacao-adequada. Publicado em setembro de 2011. Acessado em 01/02/2015.

PHILIPS. O que é distribuição espectral? Disponível em: WWW.lighting.philips.com.br/connect/support/faq-lampadas.wpd. Publicado em 2008. Acessado em 04/12/2014.

PHILIPS. Lâmpadas led. Disponível em: WWW.lighting.philips.com.br/lightcommunity/trend/led/masterled.wpd. Publicado em 2010. Acessado em 12/11/2014.