



As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 3

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 3 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-432-0 DOI 10.22533/at.ed.320192506 1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série. CDD 658.5
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS CERÂMICOS DE ALUMINA-ZIRCÔNIA PARA APLICAÇÃO COMO FERRAMENTAS DE CORTE	
Miguel Adriano Inácio	
Maria do Carmo de Andrade Nono	
José Vitor Cândido de Souza	
Sergio Luiz Mineiro	
Daniel Alessander Nono	
DOI 10.22533/at.ed.3201925061	
CAPÍTULO 2	10
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE MODELO ELASTOPLÁSTICO EM ROCHA CARBONÁTICA CARSTIFICADA	
Rayane Conceição Ribeiro da Silveira Mattos	
Daniel Araújo Farias de Melo	
Marinésio Pinheiro de Lima	
Tiago de Freitas Viana	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.3201925062	
CAPÍTULO 3	26
A INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO EM AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS COM APLICAÇÃO EM PRÓTESES ORTOPÉDICAS	
Glauber Rodrigues Cerqueira de Cerqueira	
Pedro Eliézer de Araújo Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.3201925063	
CAPÍTULO 4	42
MICROPOROUS ACTIVATED CARBON FIBER FELT FROM BRAZILIAN TEXTILE PAN FIBER: PREPARATION, CHARACTERIZATION AND APPLICATION AS SUPERCAPACITOR ELECTRODE	
Jossano Saldanha Marcuzzo	
Aline Castilho Rodrigues	
Andres Cuña	
Nestor Tancredi	
Eduardo Mendez	
Heide Heloise Bernardi	
Mauricio Ribeiro Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.3201925064	
CAPÍTULO 5	55
ANÁLISE COMPARADA DE UM AGREGADO DE ESCÓRIA DE ACIARIA COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LASTRO DE VIAS FÉRREAS DO TIPO <i>HEAVY HAUL</i> POR MEIO DE ENSAIOS TRIAXIAIS	
Bruno Guimarães Delgado	
Antônio Viana da Fonseca	
Eduardo Fortunato	
Daniela Raquel Ferreira Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.3201925065	

CAPÍTULO 6	71
CARACTERIZAÇÃO EM FADIGA POR FLEXÃO ROTATIVA DE FIOS DE ARAME DE SOLDA	
Ingrid Ariani Belineli Barbosa Heide Heloise Bernardi William Marcos Muniz Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.3201925066	
CAPÍTULO 7	80
ESTUDO DA MICROESTRUTURA NA ZONA TERMICAMENTE AFETADA COM A VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM	
Luís Henrique Pires da Silva Alex Sander Chaves da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3201925067	
CAPÍTULO 8	92
ESTUDO DA USINAGEM DA SUPERLIGA A BASE DE FERRO-NÍQUEL UTILIZANDO FERRAMENTA CERÂMICA	
Eduardo Pires Bonhin Sarah David Müzel Marcel Yuzo Kondo Lúcia de Almeida Ribeiro José Vitor Candido de Souza Marcos Valério Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.3201925068	
CAPÍTULO 9	100
CONSTRUÇÃO DE UMA MÁQUINA DE NÉVOA SALINA ATENDENDO AOS REQUISITOS MÍNIMOS CONTIDOS NAS NORMAS ISO 9227 e ASTM B-117	
Leonardo de Souza Coutinho Alexandre Alvarenga Palmeira	
DOI 10.22533/at.ed.3201925069	
CAPÍTULO 10	111
MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: COLHEITADEIRAS AXIAIS X RADIAIS	
Filipi José Arantes Lemos João Mario Mendes de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.32019250610	
CAPÍTULO 11	127
MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA PARA O PROJETO DE MODELOS DE BIELAS E TIRANTES	
Jamile Maria Araujo Tavares Rejane Martins Fernandes Canha	
DOI 10.22533/at.ed.32019250611	
CAPÍTULO 12	142
ESTUDO NUMÉRICO DE UM EQUIPAMENTO DE SECAGEM	
Eduardo Dal Piva Schuch Magaiver Gabriel Lamp Conrado Mendes Morais Ângela Beatrice Dewes Moura	
DOI 10.22533/at.ed.32019250612	

CAPÍTULO 13	153
SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA A COMBUSTÃO DE GASOLINA	
Felipe Michael Grein	
Jean Lucas Pereira	
Luiz Felipe Weck	
Olaf Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.32019250613	
CAPÍTULO 14	156
MODELAGEM DE PID PARA SISTEMA DE CONTROLE DE RAMPAS DE TEMPERATURA EM BRASSAGEM	
Gabriel Queiroz	
Marcelo Barros de Almeida	
Márcio Jose da Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.32019250614	
CAPÍTULO 15	168
MODELAGEM MATEMÁTICA DE SISTEMAS DINÂMICOS: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA	
Lucas Divino Alves	
Neylor Makalister Ribeiro Vieira	
Emerson Paulino dos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.32019250615	
CAPÍTULO 16	183
APLICAÇÃO E ANÁLISE VIA MEC EM PROBLEMAS DE TERMOELASTICIDADE 2D	
Luis Vinicius Pereira Silva	
Gilberto Gomes	
João Carlos Barleta Uchôa	
DOI 10.22533/at.ed.32019250616	
CAPÍTULO 17	198
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA INJEÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIO DE PETRÓLEO HETEROGÊNEO	
Raquel Oliveira Lima	
José Arthur Oliveira Santos	
Antônio Jorge Vasconcellos Garcia	
Felipe Barreiros Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.32019250617	
CAPÍTULO 18	207
TANQUES FLASH: DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE CUSTOS NO SOFTWARE DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO EMSO	
Erich Potrich	
Sérgio Correia da Silva	
Larissa Souza Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.32019250618	

CAPÍTULO 19	215
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO ORGÂNICA EM OPERAÇÕES DE MISTURA DE PETRÓLEOS NO TANQUE DE ESTOCAGEM EM REFINARIAS DE PETRÓLEO	
Rosberguer de Almeida Camargo	
Mauren Costa da Silva	
Rafael Beltrame	
Darci Alberto Gatto	
Antônio Carlos da Silva Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.32019250619	
CAPÍTULO 20	223
AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA EMBARCADO PARA MENSURAR A ILUMINÂNCIA EM UM AVIÁRIO EXPERIMENTAL	
Giovanni Polette Dalla Libera	
Victor Moreira Leão	
Vitor Augusto de Sousa	
Matheus Fernando Lima Zuccherelli de Souza	
Renata Lima Zuccherelli de Oliveira	
Marcelo Eduardo de Oliveira	
Adriano Rogério Bruno Tech	
DOI 10.22533/at.ed.32019250620	
CAPÍTULO 21	230
CONTROLADOR FUZZY SINTONIZADO POR ALGORITMO GENÉTICO EM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	
Lenon Diniz Seixas	
Diego Solak Castanho	
Hugo Valadares Siqueira	
Fernanda Cristina Corrêa	
DOI 10.22533/at.ed.32019250621	
CAPÍTULO 22	243
CONTROLADORES ROBUSTO APLICADO A CONVERSORES CC-CC	
Luiz Otávio Limurci dos Santos	
Luiz Antonio Maccari Junior	
DOI 10.22533/at.ed.32019250622	
CAPÍTULO 23	261
PROPOSTA DE PLATAFORMA PARA ESTUDO DE MOTOR A RELUTÂNCIA VARIÁVEL 8/6	
Marcos José de Moraes Filho	
Luciano Coutinho Gomes	
Darizon Alves de Andrade	
Josemar Alves dos Santos Junior	
Wanberton Gabriel de Souza	
Cássio Alves de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.32019250623	

CAPÍTULO 24	275
ESTUDO COMPARATIVO DE MODELAGENS DE ENROLAMENTOS DE UM TRANSFORMADOR UTILIZANDO O MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS PARA ANÁLISES DE ESFORÇOS ELETROME CÂNICOS	
Pedro Henrique Aquino Barra Arnaldo José Pereira Rosentino Junior Antônio Carlos Delaiba	
DOI 10.22533/at.ed.32019250624	
CAPÍTULO 25	287
PROCEDIMENTO PARA AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DO LAÇO DE HISTERESE MAGNÉTICA	
Vitor Hörbe Pereira Da Costa Antônio Flavio Licarião Nogueira Leonardo José Amador Salas Maldonado	
DOI 10.22533/at.ed.32019250625	
CAPÍTULO 26	294
SIMULAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE CAMPO E CORRENTE ELÉTRICA EM TECIDOS BIOLÓGICOS	
Guilherme Brasil Pintarelli Afrânio de Castro Antonio Jr. Raul Guedert Sandra Cossul Daniela Ota Hisayasu Suzuki	
DOI 10.22533/at.ed.32019250626	
CAPÍTULO 27	307
SISTEMA DE PRESENÇA UTILIZANDO IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA	
Giovani Formaggio Mateus Ricardo Barroso Leite	
DOI 10.22533/at.ed.32019250627	
CAPÍTULO 28	322
SISTEMAS DEFASADORES EM ALTA FREQUÊNCIA UTILIZANDO MICROFITA EM SUBSTRATO FR4	
Jobson De Araújo Nascimento José Moraes Gurgel Neto Alexsandro Aleixo Pereira da Silva Regina Maria de Lima Neta	
DOI 10.22533/at.ed.32019250628	
CAPÍTULO 29	333
ANÁLISES DA RUPTURA EM TRECHO DA BR-060 NO MUNICÍPIO DE ALEXÂNIA, GOIÁS, E CONDIÇÕES APÓS SEIS ANOS DA RECUPERAÇÃO	
Rideci Farias Tiago Matias Lino Haroldo da Silva Paranhos Itamar de Souza Bezerra Ranieri Araújo Farias Dias Alexsandra Maiberg Hausser	
DOI 10.22533/at.ed.32019250629	
SOBRE O ORGANIZADOR	346

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA EMBARCADO PARA MENSURAR A ILUMINÂNCIA EM UM AVIÁRIO EXPERIMENTAL

Giovanni Polette Dalla Libera

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP)
Pirassununga, SP, Brasil.

Victor Moreira Leão

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP)
Pirassununga, SP, Brasil.

Vitor Augusto de Sousa

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP)
Pirassununga, SP, Brasil.

Matheus Fernando Lima Zuccherelli de Souza

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP)
Pirassununga, SP, Brasil.

Renata Lima Zuccherelli de Oliveira

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP)
São Carlos, SP, Brasil.

Marcelo Eduardo de Oliveira

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP)
São Carlos, SP, Brasil.

Adriano Rogério Bruno Tech

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-

USP)

Pirassununga, SP, Brasil.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP)

São Carlos, SP, Brasil.

RESUMO: Aluz é um fator importante no controle e na regulação da saúde e comportamento da maioria dos animais. É de suma importância que as instalações produtivas assegurem a temperatura e iluminação necessária para manter o conforto térmico e garantir o bem-estar animal. O experimento foi realizado em um aviário experimental, localizado na área da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), nas coordenadas 21°57'37" S e 47°27'07" W, com as dimensões 29,70 x 8,03 m, com cortinas de lona retráteis. Para a coleta dos dados de iluminância (lx) interna do ambiente foi implementado um módulo sensor wifi, que se conecta a internet por meio de um roteador que é responsável por enviar as leituras coletadas do local para um banco de dados em tempo real. O experimento foi realizado em dois dias consecutivos, no primeiro dia com cortinas abertas e no segundo dia com cortinas fechadas, ambos realizados entre as 6h e 18h. A maior leitura de iluminância foi observada às 12h do primeiro dia, coerente ao período de alta irradiação solar do dia. Em

geral, pode ser verificado a diferença de iluminância quando há maior incidência de iluminação natural (cortinas abertas) em relação a iluminação natural restrita (cortinas fechadas). De acordo, com os resultados obtidos ao final do experimento, pode-se concluir que o sistema implementado foi capaz de coletar os dados de iluminância no interior do ambiente, bem como de enviá-los para um servidor web, que pode ser acessado remotamente em tempo real.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação sem fio, Monitoramento de Ambientes Produtivos, Frango de corte, Bem-estar animal.

EVALUATION OF A EMBEDDED SYSTEM TO MEASURE LUMINANCE IN A EXPERIMENTAL AVIARY

ABSTRACT: Light is an important factor in controlling and regulating the health and behavior of most animals. It is extremely important that production facilities ensure the temperature and lighting necessary to maintain thermal comfort and ensure animal welfare for broiler chickens. The experiment was located in Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) at coordinates 21°57'37 "S and 47°27'07"W and carried out in an experimental aviary with dimensions of 29.70 x 8.03 m with retractable canvas curtains. To collect the internal illuminance (lx) data of the environment a wireless sensor module was implemented which connects to the Internet through a router that is responsible for sending the readings collected from the site to a real-time database. The experiment was performed on two consecutive days. On the first day with open curtains and on the second day with closed curtains both performed between 6am and 6pm. The highest illuminance reading was observed at noon on the first day consistent with the period of high solar irradiation of the day. In general the difference of illuminance could be verified when there is a greater incidence of natural light (curtains open) comparing to restricted natural light (curtains closed). According to the obtained results it can be concluded that the implemented system was able to collect the illuminance data inside the environment, as well as to send them to a web server which can be accessed remotely through the internet.

KEYWORDS: Wireless communication; Environment monitoring; Broiler Chickens; Animal welfare;

1 | INTRODUÇÃO

Na produção e bem-estar de aves, um assunto que deve ser levado em consideração é a iluminação adequada, seja na avicultura de corte ou de postura, sendo necessários investimentos em programas de iluminação, que proporcionem luz na demanda adequada durante períodos controlados para aumentar o desempenho dos animais. Segundo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, a produção brasileira de carne de frango em 2018 deve alcançar 13 milhões de toneladas, crescimento de 3,34% na comparação com 2017, buscando cada vez mais espaço no

mercado externo. Para que isso ocorra o setor deve atender exigências de qualidade, entre elas sanitárias e bem-estar animal.

O Brasil é um país de clima tropical com temperaturas e níveis de radiação solar elevadas em grande parte do ano. Desta forma, é de extrema importância que as instalações produtivas assegurem a homeotermia do animal assim como seu bem-estar (Aerts, Wathes e Berckmans, 2003; Welker, Rosa e Moura., 2008; Santos, Baeta, Albino, Tinoco e Secon, 2009). Existem ainda outros fatores que influenciam o bem-estar e o conforto térmico em aves, como: temperatura, umidade, radiação e ventilação, e se não forem manejados corretamente podem influenciar negativamente na produção, diminuindo a taxa de conversão alimentar e conseqüentemente o potencial genético das aves.

A luz, por exemplo, é um fator importante no controle e na regulação da saúde e comportamento da maioria dos animais; a iluminação ambiente afeta as aves nas interações entre respostas comportamentais e fisiológicas segundo Kristensen, Prescott e Perry (2006). Com o avanço nos estudos sobre programas de luz, o melhor desempenho e bem-estar das aves poderiam ser alcançados com fotoperíodos moderados, que possibilitariam aumento nas horas de sono, menor estresse fisiológico, melhora na resposta imunológica e, possivelmente, melhora no metabolismo ósseo (Rutz e Bermudez, 2004).

O objetivo deste trabalho foi implementar um sensor embarcado para mensurar as variações de iluminância natural na parte interna de um aviário experimental, em condições de cortinas abertas e fechadas em um período de dois dias seguidos.

2 | METODOLOGIA

O sistema de sensor embarcado foi implementado para coletar os dados de iluminância em um aviário experimental, localizado no Campus da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo (FZEA/USP), em Pirassununga, São Paulo, onde o clima da região é caracterizado como Cwa, na classificação Koppen-Geiger. Foi aferida luminosidade interna de um aviário experimental (FIGURA 1) nas dependências do Departamento de Zootecnia (ZAZ), localizado nas coordenadas 21°57'37"S e 47°27'07"W, possuindo dimensões de 29,70 x 8,03 metros, 4 metros de pé direito e janelas de ventilação de 1,50 x 2,30 metros com cortinas de lona retráteis. Os dados de iluminância foram coletados na altura média da idade de abate, aproximadamente 30 cm do chão, no dia 18 de dezembro de 2018, com as cortinas abertas, e com as cortinas fechadas no dia 19 de dezembro de 2018, no período entre as 6:00h e as 18:00h de cada dia.



Figura 1: Pirassununga (SP): Aviário utilizado nos experimentos.

Fonte: Própria autoria (2018).

O sistema coleta e envia as informações para um banco de dados implementado em MySQL, possibilitando o acesso em tempo real por meio de uma página Web desenvolvida em PHP. Para mensurar iluminância no interior do aviário foi desenvolvido um módulo sensor sem fio, composto por um fotoresistor LDR (Light Dependent Resistor), que varia sua resistência elétrica conforme variações de luminosidade no ambiente, bem como altera a tensão elétrica sobre ele, formando assim, um circuito divisor de tensão (FIGURA 2); Uma placa microcontroladora com interface wifi denominada ESP NodeMCU, responsável por receber e enviar as variações de tensão provenientes do sensor LDR, convertendo os dados analógicos em digitais por meio de sua interface I/O. O código gravado na memória do módulo embarcado processa as informações e as envia em forma de iluminância para o banco de dados MySQL. Foi usado no local um roteador que disponibiliza conexão com a internet para o módulo sensor. O servidor implementado em PHP permite o acesso aos dados de iluminância remotamente e em tempo real em uma página da web. O módulo foi alimentado por uma fonte chaveada genérica 127/220V – 5VDC. O protótipo foi encapsulado em caixas patola de plástico com tampa removível para manutenção (FIGURA 2).

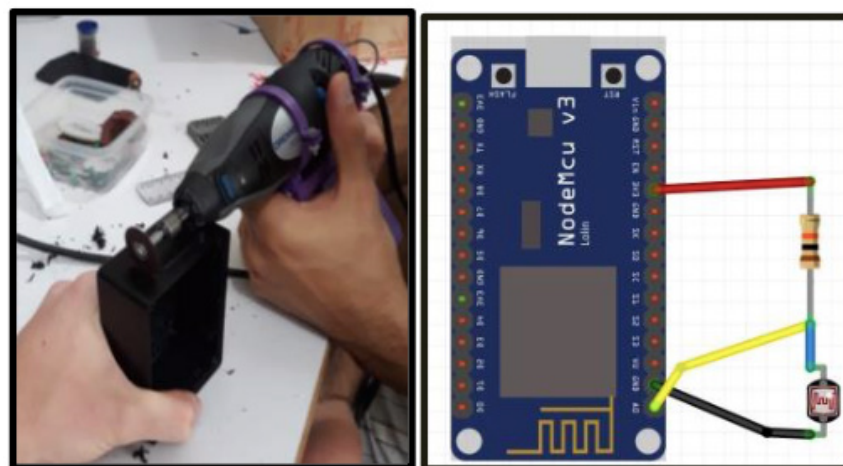


Figura 2: Pirassununga (SP): A direita o diagrama esquemático do circuito do o módulo sensor. A esquerda, confecção do invólucro em caixa patola.

Fonte: Própria autoria (2018).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados das coletas de iluminância natural, em lux (lx), aferida pelo módulo sensor em intervalos de três em três horas, das 6h às 18h, do dia 18 de dezembro de 2018, com as cortinas abertas.

Horário	Iluminância (lx)
6:00	77
9:00	159
12:00	614
15:00	545
18:00	369

Tabela 1: Pirassununga (SP): Coleta de dados no dia 18/12/2018 com cortinas abertas.

Fonte: Própria autoria (2018).

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos das medições de iluminância com cortinas fechadas, mostrados também em intervalos de três em três horas entre às 6h e as 18h, registrados no dia 19 de dezembro de 2018. O maior valor de iluminância registrada no período de leitura foram as 12h. As menores leituras foram verificadas às 6h e 18h, nascer e pôr do sol, ou seja, momentos de menor incidência de luz solar.

Horário	Iluminância (lx)
6:00	44
9:00	99
12:00	183
15:00	200
18:00	129

Tabela 2: Coleta de dados no dia 24/03/2018 com cortinas abertas.

Fonte: Própria autoria (2018).

Comparando os resultados das Tabelas 1 e 2, nota-se em geral um decréscimo considerável nas leituras de iluminância apresentadas na Tabela 2, denotando a diferença em termos de iluminância, quando há maior incidência de iluminação natural (cortinas abertas), em relação a iluminação natural restrita (cortinas fechadas). As menores leituras, nos dois dias, foram observadas as 6h e 18h, horários de menor incidência de luz natural externa proveniente do sol. A maior leitura de iluminância, segundo a Tabela 1 (cortinas abertas) foi obtido as 12h, coerente ao período de alta irradiação solar do dia.

De acordo com a Tabela 3, criada pela FACTA (2014), os parâmetros ideais para a criação de aves em ambientes controlados são de 30-40 lux até o sétimo dia de vida e de 5-10 lux até o abate. Com os resultados obtidos pode-se observar que a

iluminância aferida no aviário está fora do parâmetro ideal para o bem-estar das aves, sendo necessário o produtor intervir no ambiente e, adequá-lo para atingir os níveis mínimos aceitáveis de iluminância. Denotando, a importância do monitoramento do aviário (iluminação) com a utilização do protótipo módulo sensor, assegurando ao produtor, que a sua instalação esteja seguindo os parâmetros corretos de conforto aos animais alocados no ambiente.

Peso vivo ao abate	Idade em dias	Intensidade luminosa	Fotoperíodo (Horas)
Menos de 2,5 Kg	0 a 7	30 – 40 Lux	23 de luz / 1 de escuro
	8 até 3 dias antes do abate	5 – 10 Lux	20 de luz / 4 de escuro
Mais de 2,5 Kg	0 a 7	30- 40 Lux	23 de luz / 1 de escuro
	8 até 3 dias antes do abate	5 – 10 Lux	18 de luz / 6 de escuro

Tabela 3: Programa de iluminação ideal para aviários com ambiente controlado.

Fonte dos dados: Livro Produção de frangos de corte – FACTA, 2014.

4 | CONCLUSÃO

De acordo, com os resultados obtidos ao final do experimento, pode-se concluir que o sistema implementado foi capaz de coletar as leituras de iluminância no interior do aviário experimental, bem como de enviá-los para um servidor web, que pode ser acessado remotamente pela internet, contribuindo assim, para o manejo de aves de corte, por meio do monitoramento das variáveis de ambiente que influenciam no conforto térmico das aves.

5 | AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e também do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) Processo nº 140013/2017-2.

REFERÊNCIAS

AERTS, M.; WATHES, C. M.; BERCKMANS, D. Dynamic databased modeling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. **Biosystems Engineering**, v.84, 2003, p.257-66.

USP/ESALQ/CEPEA. **Frango/PERSPEC 2018**: com excedente, setor dependerá de bom desempenho das exportações. Piracicaba: USP/ESALQ/CEPEA, 2018. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/frango-perspec-2018-com-excedente-setor-dependera-de-bom-desempenho-das-exportacoes.aspx> . Acesso em: 03 set. 2018.

KRISTENSEN, H.; PRESCOTT, N.; PERRY, G.; et al. The behavior of broiler chickens in different light sources and illuminances. **Applied Animal Behavior Science**, v.103, 2007, p.75-89.

RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A.A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. (Eds). **Produção de frangos de corte**, Campinas: Ed. FACTA, 2004. p.157-168.

SANTOS, P. A.; BAÊTA, F. C.; TINOCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. **Revista CERES**, v.56, p.172-180, 2009.

WELKER, J.S.; ROSA, A.P.; MOURA, D.J. et al. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-432-0

