



# SIMEAA

**Simpósio e Semana Acadêmica  
de Engenharia Agrícola e Ambiental**

**Anais do IV Simpósio e XVI Semana Acadêmica  
de Engenharia Agrícola e Ambiental**

**Construções Rurais e Ambiência**

25 a 28 de Setembro

Universidade Federal de Viçosa



2019, Volume 3

**Universidade Federal de Viçosa**

**Reitor**

Demétrius David da Silva

**Vice-reitora**

Rejane Nascentes

**Diretor do Centro de Ciências Agrárias**

Rubens Alves de Oliveira

**Chefe do Departamento de Engenharia Agrícola**

Catariny Cabral Aleman

**Coordenador do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental**

Roberto Precci Lopes

O conteúdo destes anais é de exclusiva responsabilidade de seus autores.

### **Comissão Coordenadora**

Prof.ª Dra. Fernanda Campos de Sousa – DEA/UFV – Coordenação Geral

### **Comissão Organizadora**

Ana Carolina Sabino Gonçalves  
Daniele Almeida Teixeira  
Gabriel Ferreira Camilo  
Gabriel de Oliveira Francisco  
Giovanna Lyssa Lacerda Costa  
Isabela Silva Kneipp do Valle  
Isabela Mageste da Costa  
Karen Pereira da Silva  
Letícia Fonseca Anício de Brito  
Levi Dal Sasso de Assis  
Rogério Silva Ribeiro Junior  
Sávio Augusto Rocha Pinheiro  
Túlio Souza Mariano  
Vinícius Lacerda Silva  
Vitória Delveaux Oliveira Araújo

### **Avaliadores de Painéis/Resumos**

Andreia Ferreira Machado  
Anna Luiza Lacerda Sguizzato  
Camila Soares Cunha  
Carlos Gutemberg de Souza Teles Júnior  
Charles Paranhos Oliveira  
Prof.ª Dra. Daiane Cecchin  
Dr. Diogo José de Rezende  
Felipe Paiva  
Prof.ª Dra. Fernanda Campos de Sousa  
Germán Darío Galvis Sánchez  
Hiago Henrique Rocha Zanetoni  
João Victor Pereira Oliveira  
Marcelo Messias Duarte Castro  
Dra. Márcia Gabrielle Lima Candido  
Prof. Dr. Marconi Ribeiro Furtado Junior  
Prof. Dr. Marcos Oliveira de Paula  
Matheus Dias Oliveira  
Monique de Oliveira Vilela  
Pedro Henrique Rigueira Castro  
Rafaella Resende Andrade  
Prof. Dr. Williams Pinto Marques Ferreira

### **Apoio**

Departamento de Engenharia Agrícola – DEA/UFV  
Centro de Ciências Agrárias – CCA/UFV

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a colaboração das seguintes instituições:

Departamento de Engenharia Agrícola – DEA/UFV

Centro de Ciências Agrárias – CCA/UFV

Fundação Arthur Bernardes – FUNARBE

Pró-Reitoria de Extensão e Cultura – PEC

CENTREINAR

INOFARM

Ovos Santa Maria

CASP

The Sun Energy

Foot Burguer

Haskell Cosmética Natural

Total Silk

## SUMÁRIO:

ANÁLISE DE UM FRIGORÍFICO DE AVES E CARACTERIZAÇÃO DA GESTÃO DE USO DAS ÁGUAS .....	07
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CAFEEIRA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO ANTA – MG .....	10
AVALIAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO DE INSTALAÇÃO PARA VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM SISTEMA COMPOST BARN ABERTO .....	13
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE BORDA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE APA DA REGIÃO DE CARATINGA–MG .....	16
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE ÓLEO LUBRIFICANTE DAS OFICINAS MECÂNICAS EM SÃO DOMINGOS DAS DORES, MINAS GERAIS .....	19
BALANÇO HÍDRICO DA ATIVIDADE HORTÍCOLA, EM PIEDADE DE CARATINGA, MINAS GERAIS .....	22
CARACTERIZAÇÃO DA CAMA UTILIZADA EM SISTEMAS COMPOST BARN .....	24
DETERMINAÇÃO DA EMISSÃO DE AMÔNIA EM INSTALAÇÕES ABERTAS PARA FRANGOS DE CORTE .....	27
EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE .....	30
ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO DE VAZÃO PARA A UNIDADE DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO PIRANGA (UGRH1) .....	33
GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DOS PRODUTORES RURAIS DO MUNICÍPIO DE PIEDADE DE CARATINGA, MINAS GERAIS .....	36
HOMEOTERMIA E METABOLISMO NA PRODUÇÃO ANIMAL EM REGIÕES DE CLIMA TROPICAL .....	39
INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO VEGETAL .....	42
METODOLOGIAS PARA MENSURAÇÃO DA RESPIRAÇÃO DE GRÃOS .....	45
RISCOS OCUPACIONAIS DEVIDO À EXPOSIÇÃO À POEIRA NA AVICULTURA DE CORTE ..	48
SIMULAÇÃO DA RECEPÇÃO DE FRANGOS PARA O ABATE .....	51
SOFTWARE PARA ESTIMAR O IMPACTO DO ESTRESSE POR CALOR SOBRE O DESEMPENHO DE BOVINOS LEITEIROS .....	54
TEMPERATURA INTERNA DA CAMA EM SISTEMA DE CONFINAMENTO COMPOST BARN CLIMATIZADO .....	57
USO DE AGROTÓXICOS EM PROPRIEDADES DA REGIÃO DO CÓRREGO SÃO SILVESTRE, MUNICÍPIO DE INHAPIM-MG .....	60
UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NA AVICULTURA .....	63

## APRESENTAÇÃO

O IV SIMEAA – IV Simpósio e XVI Semana Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental, com a temática: “**Construções Rurais e Ambiência**” foi realizado entre os dias 25 e 28 de setembro de 2019, na Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa.

A equipe organizadora é formada por acadêmicos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, membros do CAEAA – Centro Acadêmico de Engenharia Agrícola e Ambiental, PETEAA – Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, AGRIJÚNIOR – Empresa Júnior de Engenharia Agrícola e Ambiental e AMBIAGRO – Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais. A equipe contou com a orientação da docente Prof.<sup>a</sup> Dra. Fernanda Campos de Sousa, graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFV, 2012); com Mestrado em Engenharia Agrícola (UFV, 2014) e Doutorado Engenharia Agrícola (UFV, 2018), Doutorado Sanduíche na Universidade de Évora (UEVORA, 2015-2016), ambos na área de Construções Rurais e Ambiência, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa.

## ANÁLISE DE UM FRIGORÍFICO DE AVES E CARACTERIZAÇÃO DA GESTÃO DE USO DAS ÁGUAS

**Angélica Miranda de Oliveira Teza<sup>1</sup>, Marcos Alves de Magalhães<sup>2</sup>, Adriana Barbosa Sales de Magalhães<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental e Sanitarista – Centro Universitário de Caratinga (UNEC). E-mail: angelicaoliver29@gmail.com;

<sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - UNEC. E-mail: professormarcosmagalhaes@gmail.com; <sup>3</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: adrianabsm@yahoo.com.br

**RESUMO:** A indústria avícola tem um papel muito importante no desenvolvimento econômico e social de uma região. Nos últimos anos o consumo de carne de frango cresceu continuamente devido a sua maior incorporação na dieta, tanto pela sua qualidade nutricional e aceitabilidade do mercado, como pelo preço que é atrativo comparado a outros tipos carnes. Para atender a demanda de carne de frangos a atividade de abate requer água, principal insumo natural utilizado no processo. O objetivo do presente trabalho foi diagnosticar e analisar o processo de gestão das águas de um frigorífico de aves localizado na Zona da Mata de Minas Gerais. O frigorífico abate até 24.000 mil aves por dia e gasta, em média, 30L de água/ave/dia. Apesar do gasto de água do frigorífico encontra-se dentro de faixa de consumo compatível a outros frigoríficos brasileiros, conforme literatura consultada. Na unidade produtiva foram identificados alguns pontos que são possíveis implementar medidas de redução do gasto de água. As medidas se constituem basicamente em combate ao desperdício e redimensionamento de gastos. Concluiu-se que o processo de gestão das águas do frigorífico pode ser otimizado, pois foi possível observar perdas e que a responsabilidade individual ainda precisa ser interiorizada pelos funcionários.

**Palavras-Chave:** avicultura, abatedouro, meio ambiente

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho analisou o processo de produção em um frigorífico de aves localizado região da Zona da Mata de Minas Gerais e a gestão das águas usada nesse processo.

De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) a indústria avícola ampliou sua liderança no mercado brasileiro, visto que a carne de frango é a mais consumida pelo brasileiro. Isto, entre outros motivos, graças ao aumento do preço da carne bovina nas gondolas e a consolidação do frango como uma das proteínas favoritas do consumidor (ABPA, 2015).

Belusso e Hespanhol (2010) afirmam que a avicultura industrial brasileira foi consolidada como um segmento moderno fortemente estimulado por políticas públicas, principalmente a partir dos anos de 1970, quando se iniciaram as exportações brasileiras de carne de frango. No início do século XXI o Brasil se tornou um dos maiores exportadores mundiais.

As atividades humanas consomem e poluem uma grande quantidade de água. Em uma escala global, a maior parte do uso da água ocorre na produção agrícola, mas, há também volumes substanciais de água consumida e poluída pelos setores industriais e domésticos. O consumo e a poluição da água podem estar associados a atividades específicas como irrigação, higiene pessoal, limpeza, refrigeração e processamento. O total de consumo e poluição da água é geralmente considerado como a soma de várias demandas de água e de atividades poluentes independentes. Tem-se prestado pouca atenção ao fato de que, no final, o total de consumo de água e geração de poluição está relacionado com o que e quanto certas comunidades consomem e à estrutura da economia global que fornece os diversos bens de consumo e serviços (REBOUÇAS, 2001).

A redução do volume de rejeitos industriais, o uso racional e o reúso de água, a aplicação de medidas para uma produção mais limpa e o

tratamento dos efluentes, entre outras, são medidas que devem ser tomadas para evitar o comprometimento ambiental da qualidade das águas e de seus corpos receptores.

O trabalho teve como objetivo diagnosticar e analisar o processo de gestão das águas de um frigorífico de aves localizado na Zona da Mata de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa além das visitas *in loco* ao frigorífico, para levantamento dos dados referente ao processo de abate das aves e os procedimentos para a gestão da água, buscou-se também fontes de informações publicadas como textos, livros (de leitura corrente ou de referência, tais como dicionários, enciclopédias, anuários), publicações periódicas, artigos de revistas, páginas da *web*, relatórios de seminários ou anais de congressos científicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A unidade recebe água de dois poços artesianos outorgados no Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e um poço semi-artesianos com dispensa de outorga. A Estação de Tratamento de Água (ETA) tem capacidade para tratar até 500 mil litros/dia. A água tratada segue para reservatórios com capacidade de armazenamento de 500 mil litros, sendo que o consumo diário é de 350 mil litros, em média.

O principal fator que afeta o volume de água consumido e efluente gerado são as práticas de lavagem, tipos de equipamentos e tecnologias em uso, "layout" da planta e de equipamentos, procedimentos operacionais, entre outros.

Todo efluente oriundo do frigorífico, lavanderia, sanitários, higienização, produção, é recolhido numa caixa de dejetos situada na área externa, o material é bombeado até a estação de tratamento de efluentes onde o processo é iniciado. Na unidade estudada, o consumo diário de água durante as etapas do processo de abate de aves gira em torno de 720.000 litros se tornando um aspecto ambiental relevante.

O efluente é lançado na calha Parshall, passa por gradeamento e o material sólido é separado, removido e recolhido em caçambas, o efluente líquido segue para o tanque de aeração, onde é insuflado ar através de aeradores para a realização do processo microbiológico aeróbio.



**Figura 1:** Calha Parshall com o gradeamento

Após o gradeamento o efluente segue para tanques de aeração (Figura 2) onde permanece por 12 horas, com injeção de 20 kg de oxigênio por hora. O objetivo desta aeração é a remoção da matéria orgânica através de reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbios. Os microrganismos convertem a matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos);



**Figura 2:** Vista do tanque de aeração da ETE do frigorífico

Na etapa seguinte, o efluente é enviado ao decantador (Figura 3) onde é adicionada uma solução de sulfato de alumínio, essa massa entra em estado de decantação. Tira-se em média 80% de água e 20% de massa.



**Figura 3:** Vista parcial do decantador

O efluente tratado é direcionado para duas lagoas indo em seguida para o curso d'água e a massa para tanques de secagem onde permanece por 7 dias para secar e em seguida é utilizada no paisagismo da própria unidade (Figura 4).



**Figura 4:** Vista parcial da lagoa de destinação do efluente tratado.

O lodo oriundo do tanque de aeração e do segundo decantador, por possuir um grande volume de água é encaminhado para a seção de tratamento de secagem do lodo, para a realização da redução do seu volume, ele é depositado em filtros disposto em células formadas por camadas de tijolo branco, brita e areia por onde a parte líquida percola. O resíduo (lodo) fica submetida a incidência solar e após seco é raspado e encaminhado para o paisagismo da própria empresa. Toda a água filtrada é direcionada para duas lagoas indo em seguida para o curso d'água.

Essa ETE possui a capacidade suficiente para tratar 1 milhão de litros de efluentes, monitorando a qualidade do efluente tratado através de análises físico-químicas e microbiológicas: pH, turbidez, cor, DBO, DQO.

Durante as etapas de produção são gerados cerca de 200 kg de resíduos sólidos, constituídos basicamente de plásticos e papéis de embalagem, assim como outros materiais gerados nos outros diferentes setores do frigorífico, que não recebem tratamento na unidade, sendo destinados ao recolhimento e destinação junto com o lixo urbano do município.

### CONCLUSÕES

O gasto de água do frigorífico que é 30L/ave/dia está dentro da faixa citada na legislação (Portaria 210/1998). O uso da água vem sendo feito da forma estabelecida pela legislação isto é, dispõe de outorga, além disso, foi possível perceber que há preocupação com o aperfeiçoamento de práticas e técnicas que melhorem a eficiência do uso da água, admitindo-se ações que visam; redução da quantidade de água extraída das fontes de suprimento, redução do consumo e o desperdício de água, redução das perdas de água durante o processo, aumento da eficiência do uso da água, estudo de possibilidade de reciclagem e reuso da água, por exemplo na higienização de áreas externas

da instalação.

Ao realizar o acompanhamento das atividades dentro do frigorífico, foi possível observar que o mesmo atende as normas e recomendações encontradas na literatura pesquisada, embora a questão da responsabilidade ambiental ainda precise ser interiorizada pelos funcionários.

### REFERÊNCIAS

#### a. Artigos de periódicos:

BELUSSO, D. e HESPANHOL, A.N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percursos**, v.2 n1, p. 25-51. 2010.

REBOUÇAS, A.C. Água e desenvolvimento rural **Revista de Estudos Avançados**. v.15, n.43, São Paulo. Sept./Dec., 2001.

#### f. Internet:

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Brasil se consolida como 2º maior produtor de carne de frango**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/01/brasil-se-consolida-como-2-maior-produtor-de-carne-de-frango.html>> Acesso em: 16/10/2016

## AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CAFEIEIRA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO ANTA - MG

**Dalila Verônica Carla Rodrigues<sup>1</sup>, Marcos Alves de Magalhães<sup>2</sup>, Adriana Barbosa Sales Magalhães<sup>3</sup>, Maria Loiza Izidoro de Assis<sup>4</sup>, Milheny Silva de Paiva<sup>5</sup>, Jardel Wilson de Freitas<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental e Sanitarista – Centro Universitário de Caratinga UNEC. E-mail: dalilahrodrigues@yahoo.com.br;

<sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: professormarcosmagalhaes@gmail.com;

<sup>3</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: adrianabsm@yahoo.com.br; <sup>4</sup>Discente de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: marialoizaizidoro@hotmail.com; <sup>5</sup>Discente de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: milhenypaiva@yahoo.com.br; <sup>6</sup>Discente de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: jardelwf@hotmail.com

**RESUMO:** Tendo em vista a importância socioeconômica e ambiental da cafeicultura, o presente trabalho teve como objetivo analisar a atividade cafeeira no município de São Sebastião do Anta, situado no Vale do Rio Doce, região Leste do estado de Minas Gerais com base em Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistema (ISA). Foram aplicados questionários numa população amostral, afim de levantar os principais impactos ambientais e socioeconômicos associados a cultura cafeeira. Percebeu-se que 80% das propriedades visitadas tem área até 10 hectares e que destas 70% não atende a legislação Ambiental, 66% dos agricultores não devolvem as embalagens de agrotóxicos. O resultado da pesquisa evidencia a falta de práticas sustentáveis no cultivo do café. O modo de desenvolvimento desta atividade agrícola, da forma como vem sendo praticado no município, não alcança os ISA's. É importante o apoio dos órgãos ligados a agricultura do município, principalmente aos pequenos proprietários, a fim de que a cafeicultura seja desenvolvida de forma sustentável, atendendo aos aspectos legais, socioeconômicos e ambientais.

**Palavras-Chave:** impactos ambientais, cadastro ambiental, cultura do café

### INTRODUÇÃO

A lavoura cafeeira é uma atividade muito importante sob o ponto de vista socioeconômica, contudo é imprescindível que seja gerida com responsabilidade sobre pena de comprometer não só o social e econômico, mais também o ambiental. As propriedades quando geridas de formas inadequadas, podem causar prejuízos para o próprio proprietário e para a sociedade. Neste contexto a cafeicultura

é uma atividade que precisa ser desenvolvida embasada em critérios técnicos para não deixar passivo ambiental e, não comprometer a qualidade de vida desta e das futuras gerações.

O desenvolvimento da cafeicultura se por um lado tem contribuído para a geração de emprego e renda, por outro lado quando não praticado atendendo a critérios técnicos, pode causar problemas ambientais, à exemplo de poluição do solo e das águas. O uso de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas) em quantidades inadequadas nas lavouras, altera as propriedades físicas química do solo e da água, podendo causar intoxicação e matar diversos seres vivos desses ecossistemas, além dos efeitos cumulativos dos agrotóxicos, difícil decomposição química.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a atividade cafeeira no município de São Sebastião do Anta, Minas Gerais, a partir do levantamento dos principais impactos ambientais e socioeconômicos e com base em Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistema (ISA).

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em lavouras cafeieiras localizadas no município de São Sebastião do Anta, situado no Vale do Rio Doce, região Leste do estado de Minas Gerais.

De acordo com informação fornecida pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER, 2016), no município de São Sebastião do Anta existe 700 propriedades rurais, destas 37,5% são ocupadas pela cafeicultura. A área de produção ocupa 3.000 ha e a produtividade média é de 30 sacas de café por hectares, sendo que 1.000 ha são de grandes produtores

sem consórcio e 2.000 ha são de pequenos e médio produtores com consórcio.

O levantamento dos principais impactos no cultivo do café, foi realizado a partir de visitas nas propriedades rurais para observação do local estudado e aplicação de questionários. Foram entrevistados 86 produtores rurais cujo tamanho da amostra foi calculado com base em Barbetta (2007).

Para avaliar o nível de adequação socioeconômico e ambiental das propriedades rurais que cultivam café foi utilizado os ISA's, modelo proposto por Ferreira *et al.* (2012). Informações sobre o balanço socioeconômico dos produtores de café, foram obtidas a partir de pesquisas nos órgãos de extensão, Secretária Estadual de Fazenda, Administração Fazendária e Secretaria Municipal de Assistência Social.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas propriedades estudadas utiliza-se anualmente diversos tipos de agroquímicos para a nutrição dos cafeeiros e controle fitossanitário. Os resultados apontaram o uso irregular de agrotóxico e a falta de critério, na gestão dos agrotóxicos e produtos veterinários. Os grandes produtores de café devolvem as embalagens, com maior frequência que os pequenos produtores, pois a fiscalização torna-se mais exigente e frequente. Percebeu-se que o pequeno produtor decide abandonar a embalagem na lavoura ou não participar da política de logística reversa, por entender que o impacto é insignificante.

Não há postos de coleta de embalagem de agrotóxico no município o que torna fator agravante para a não devolução das embalagens. A PNRS prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para proporcionar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos. Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e dos fabricantes, na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-venda e pós-consumo (MMA, 2010).

De acordo com a Associação Nacional de Defesa Vegetal - ANDEF (2008) a Legislação brasileira obriga o agricultor a devolver todas as embalagens vazias dos produtos na unidade de recebimento de embalagens indicada pelo revendedor, Lei nº 9.974/2000 (BRASIL, 2000). Antes de devolver, o agricultor deverá separar as embalagens lavadas das embalagens

contaminadas. O agricultor que não cumprir as exigências, poderá ser multado, além de ser enquadrado na Lei de Crimes Ambientais.

As visitas a campo evidenciaram que comumente, as lavouras são tomadas por processos erosivos (Figura 1), devido a topografia da região, a falta de cobertura vegetal e a ausência de medidas conservacionistas. Para controle da erosão, recomenda-se a abertura de cordões em contorno, cuja finalidade é interceptar e reter a água das chuvas na área compreendida entre um terraço e outro (MESQUITA, 2016).



**Figura 1:** Solo com erosão na lavoura de café do Município

É essencial que as estradas vicinais estejam em estado de conservação transitável, visto que são a principal via de escoamento da produção e do tráfico de máquinas agrícolas. Os produtores rurais afirmaram que as estradas não pavimentadas se encontram em bom estado de conservação. A Figura 2 ilustra o estado de a conservação das estradas rurais do município de São Sebastião do Anta.



**Figura 2:** Estado de conservação das estradas.

Quanto à análise de solos, os pequenos produtores afirmaram que a EMATER prestam informações e assistência técnica completa e necessária para a realização da análise do solo. A utilização da palha de café nas propriedades rurais, como substrato, é a prática sustentável mais frequente nas lavouras cafezeiras do município e contribui para

diminuição do uso de fertilizantes sintéticos, ocasionando assim redução de custos e de impactos.

A baixa renda dos pequenos produtores possivelmente é um dos motivos de pouco investimento em suas propriedades. O Programa Agricultura Familiar, foi implantado e visa diminuir a dependência do setor primário ao café, e impulsionou o crescimento da renda desses produtores. As constantes oscilações no valor de mercado do café têm contribuído para que os proprietários busquem novas alternativas de produção.

Quando questionado sobre os cursos de capacitação, 61% dos entrevistados afirmaram ter feito cursos voltados para a cafeicultura.

Um dos maiores impactos socioeconômico são os empregos temporários. Cerca de 70% de empregos temporários são gerados nas propriedades que cultivam café. Entretanto, na entre safra, esses trabalhadores não participam da População Economicamente Ativa (PEA), ou seja, não estão inseridos no mercado de trabalho e nem exercendo nenhuma atividade remunerada. Apenas 15% das pequenas propriedades do município, utiliza-se a mão de obra familiar. Os produtores entrevistados atribuíram o baixo nível de escolaridade a falta de oportunidades na infância e juventude, devido à distância das escolas, falta de acessibilidade, e por trabalharem na lavoura e ter que colaborar com as despesas da casa.

A Lei Federal nº 12.727/2012, estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação (BRASIL, 2012). Alguns produtores rurais revelaram terem sido multados por aterrar córregos e nascentes e por derrubar árvores na propriedade.

Os dados levantados apontaram que os cafeicultores não atuam na conservação e recomposição da fauna e flora, progridem no desmatamento para o cultivo de café, contribuindo assim para a aceleração de processos erosivos e a poluição das águas por agrotóxico, e garantindo a comprovação de propriedade ambientalmente incorreta

De acordo com 90% dos entrevistados seus imóveis não dispõem de Cadastro Ambiental Rural (CAR), instrumento obrigatório de regularização ambiental, contendo informações georreferenciadas do imóvel, com delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (RL), remanescente de vegetação nativa, área rural consolidada, áreas de interesse social e de utilidade pública, auxiliando no planejamento do imóvel rural, recuperação de áreas degradadas e

conservação de recursos naturais.

## CONCLUSÕES

O resultado da pesquisa evidencia a falta de práticas sustentáveis no cultivo do café. As propriedades rurais não estão conservando a vegetação nativa, apresentam áreas com solo degradado e manejo inadequado dos agrotóxicos. Foi possível identificar que a forma que a cafeicultura está sendo desenvolvida está muito distante de alcançar um maior grau de sustentabilidade.

É importante o apoio dos órgãos ligados a agricultura do município, para o desenvolvimento de agricultura sustentável para a melhoria das condições atuais.

## REFERÊNCIAS

### Livro

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Uso Correto e Seguro de Produtos Fitossanitários/Agrotóxicos**. São Paulo, 2008.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Cap. 3, 5 ed. Ed. UFSC. 2002.

FERREIRA, J.M.L.; VIANA, J.H.M.; COSTA, A.M.; SOUSA, D.V.; FONTES, A.A. Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. **Revista Informe Agropecuário**, v.33, n.271, nov./dez. 2012, p.12-25.

MESQUITA, C.M. et al. **Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arabica* L.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p.

### Internet:

BRASIL. **Lei Federal nº 12.727 de 17 de outubro de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília, 2000.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605. Brasília, 2015.

## AVALIAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO DE INSTALAÇÃO PARA VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM SISTEMA *COMPOST BARN* ABERTO

Desirée Aguiar Valente<sup>1</sup>, Ilda de Fátima Ferreira Tinôco<sup>2</sup>, Rafaella Resende Andrade<sup>3</sup>, Cecília de Fátima Souza<sup>4</sup>, Guilherme de Souza Laud<sup>5</sup>, Leticia Cibele da Silva Ramos Freitas<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Discente de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq. E-mail: desireeagvalente@gmail.com; <sup>2</sup>Professora Voluntária do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. E-mail: iftinoco@hotmail.com; <sup>3</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. E-mail: rafaella\_resende2@hotmail.com; <sup>4</sup>Professora do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. E-mail: cfsouza@ufv.br, <sup>5</sup>Discente de graduação em Zootecnia – UFV. Email: guilhermelaud@gmail.com, <sup>6</sup> Doutora em Engenharia Agrícola e Ambiental – UFV. Email: leticiacibele@yahoo.com.br

**RESUMO:** A atividade leiteira é de grande importância para a economia brasileira. Porém, vacas com maior aptidão para produção de leite advêm de países de climas temperados, o que dificulta sua produtividade e bem-estar sob as condições de clima do Brasil. Assim, o desenvolvimento de técnicas relacionadas à melhorias do ambiente térmico, constitui importante aliado na produção e ambiência animal por permitir que se reduza o estresse térmico das vacas leiteiras confinadas intensivamente. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar as reais condições do ambiente interno de um galpão *Compost Barn* aberto para bovinocultura de leite sob as condições de verão, no Brasil. Para tal, coletaram-se dados de temperatura e umidade relativa do ar durante 24 horas do dia, em 20 dias consecutivos, utilizando-se sensores uniformemente distribuídos no interior da instalação, e posteriormente, calculou-se e avaliou-se o Índice de Temperatura e Umidade. Pode-se concluir, através dos mapas do ambiente térmico interno, que ocorreram áreas com diferentes variabilidades em relação à temperatura e umidade relativa do ar e ITU; os valores de temperatura do ar estiveram acima do recomendado, demonstrando que o sistema de ventilação natural não foi suficiente para promover o conforto térmico animal. Os índices de temperatura e umidade apresentaram valores de alerta para intervenção. Averiguou-se que os maiores valores e números de variações da umidade relativa do ar ocorreram durante a noite.

**Palavras-Chave:** ambiente térmico, bovinocultura de leite, conforto animal

### INTRODUÇÃO

O Brasil é responsável por quatro por cento da produção mundial de leite (FAO, 2017). O clima brasileiro, o qual é constituído de regiões de clima tropical e sub-tropical, intervém significativamente na produtividade leiteira, uma vez que os animais com maiores índices produtivos advêm de países de regiões com clima temperado.

Assim, com base na crescente demanda brasileira por utilização do sistema de *Compost Barn* e pela escassez em literatura de parâmetros de variabilidade espacial para ambiente térmico em instalações que utilizem tal sistema de criação em regiões de clima tropical e subtropical, justifica-se o presente trabalho que visa o estudo do ambiente térmico do mencionado sistema aberto com ventilação natural.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Considerações Gerais

O presente projeto foi executado em instalação comercial que utiliza o sistema *Compost Barn*, aberto com sistema de ventilação natural e está localizada no município de Cajuri - MG, a 670 m de altitude. A região possui o clima caracterizado por inverno frio e seco e verão quente e úmido, segundo a classificação de Köppen.

A instalação possui dimensões de 25 m de comprimento, 14 m de largura e 5 m de pé direito, cobertura de telhas de aço galvanizado e ventilada naturalmente, sendo sua orientação Noroeste-Sudeste. O galpão abriga 35 vacas (densidade de 1 vaca para cada 10m<sup>2</sup>) na fase de lactação, de raça holandesa

puras de origem, apresenta cama de serragem com espessura de 0,30 m.

#### Avaliação do ambiente térmico

Para a coleta dos dados térmicos da instalação foram utilizados 20 sensores DHT-11, os quais aferem a temperatura e umidade relativa do ar, distribuídos na região que compreende a cama e no corredor de alimentação do sistema *Compost Barn*, de forma uniforme e equidistante ao longo de toda área do alojamento e posicionados na altura do centro de massa dos animais.

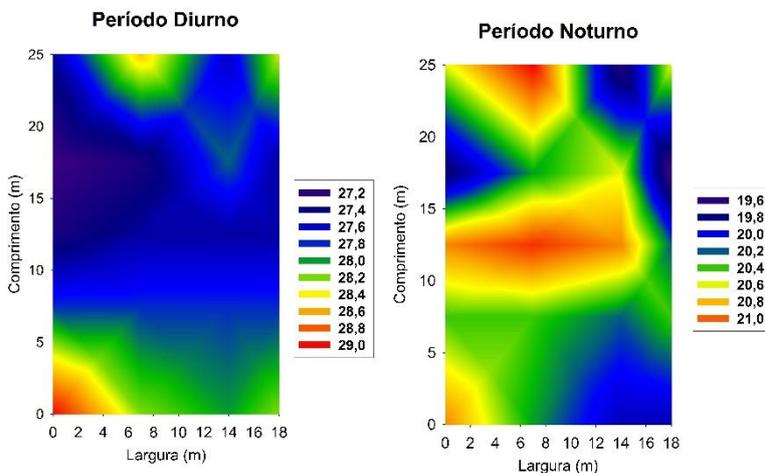
A coleta ocorreu durante o verão (20 dias de coleta durante a estação) e os dados foram armazenados a cada 5 minutos, 24h por dia, no período citado.

A coleta de dados foi registrada por cinco microcontroladores Arduino Mega 2560, os quais foram acoplados quatro sensores DHT-11. Estes dados foram processados e geraram gráficos do comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, a partir dos quais foram feitos mapas descritores do ambiente térmico, de umidade relativa e do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) da instalação.

De posse dos dados coletados das variáveis climáticas, foi calculado o ITU, por meio da equação proposta por Thom (1959) e, posteriormente, gerou-se gráficos para análise dos resultados.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar o gráfico gerado, através do programa SigmaPlot 12.0, pelos dados de temperatura na **figura 1**.



**Figura 1.** Mapas de temperatura média do ar, em °C, no interior do alojamento *Compost*

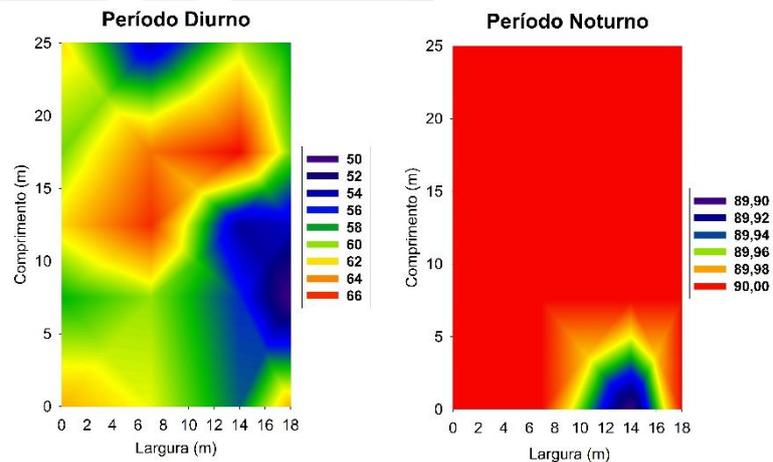
*Barn* aberto, para o período diurno e noturno, respectivamente.

A temperatura superior crítica estabelecida para vacas Holandesas em lactação é de 25°C (Garcia, 2017).

Observaram-se temperaturas acima da máxima crítica para o conforto animal no período diurno, podendo, estas, serem responsáveis por alterações comportamentais e alimentares dos animais presentes no galpão na estação do ano estudada.

A faixa de valores de umidade relativa do ar considerada ideal para bovinos encontra-se no intervalo de 50% a 70%. Com os teores de umidade relativa do ar em torno de 70% a 80%, o ambiente se encontra na zona termoneutra e, acima desta faixa de umidade, o ambiente se enquadra na zona crítica de umidade relativa do ar (Garcia, 2017).

Com base na **figura 2**, pode-se observar que os valores de umidade relativa do ar se encontraram acima do limite superior da zona termoneutra apenas no período noturno, período este no qual a temperatura não ultrapassou os valores da faixa do conforto térmico animal. Com este fato, o estresse por calor não seria de fato caracterizado neste período apenas pelos altos índices de umidade relativa do ar.

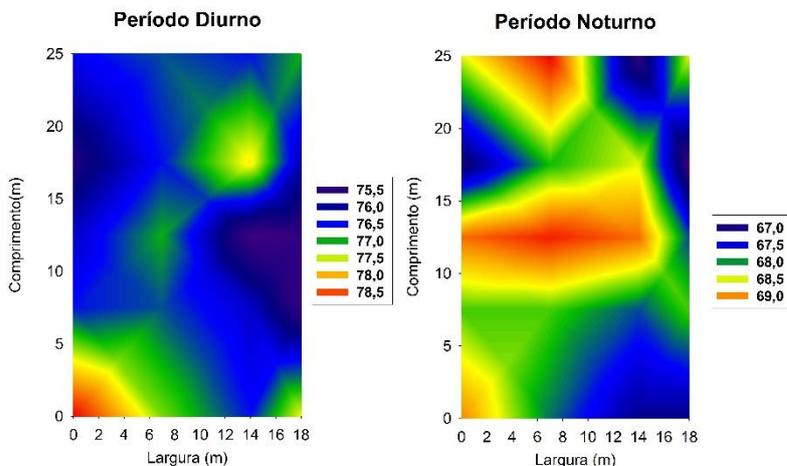


**Figura 2.** Mapas de distribuição dos valores de umidade relativa média do ar, em %, para o período diurno e noturno, respectivamente, observados no interior de galpão *Compost Barn* aberto.

O ITU pode se apresentar em faixas representativas do conforto animal. Sendo essas, normal quando o ITU for menor ou igual a 70, faixa ideal para o desempenho ótimo dos animais; alerta quando ITU estiver presente entre 70 e 72, faixa limite para conforto e ótimo desempenho animal; alerta quando ITU estiver

entre 72 e 78; perigo para índices entre 78 e 82; e emergência para valores de ITU acima de 82, quando se há a necessidade de intervenção imediata (PIRES e CAMPOS, 2004).

Pode-se verificar, pela **figura 3**, a necessidade de intervenção, visto que, no período diurno, os valores de ITU obtidos se enquadram na faixa de alerta de comprometimento da produtividade e conforto térmico animal.



**Figura 3.** Mapas de Índice de Temperatura e Umidade no interior do alojamento *Compost Barn* aberto, para o período diurno e noturno, respectivamente.

Em uma pequena parte do galpão, observa-se a faixa correspondente ao perigo de comprometimento das funções orgânicas dos animais, devendo-se realizar intervenções como, por exemplo, por meio de ventiladores e aspersores que possuam raio de alcance na área indicada.

### CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que os valores de temperaturas médias do ar do galpão de *Compost Barn* aberto, no período diurno da estação verão (dezembro de 2018), foram superiores aos, citados em literatura, como sendo de conforto térmico animal, podendo causar, além de desconforto, alterações comportamentais significativas quanto a ingestão de alimentos e respostas fisiológicas nos bovinos de leite confinados.

Os valores de umidade relativa do ar não indicaram parâmetros que possam gerar conclusões quanto a conforto animal, uma vez que os índices mais elevados de umidade se

apresentaram no período noturno, período este no qual os valores de temperatura do ar estiveram dentro da zona termoneutra.

Os valores encontrados de Índice de temperatura e umidade (ITU) no interior do abrigo *Compost Barn* aberto indicaram necessidade de alerta para intervenção em acondicionamento ambiente, sugerindo-se colocação de ventiladores de pressão positiva e aspersores bem distribuídos, de maneira a garantir benefícios a toda área do alojamento animal.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da CNPQ no desenvolvimento deste trabalho, através da concessão de bolsa de pesquisa.

### REFERÊNCIAS

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Milk and Products. Disponível em: < <http://www.fao.org> > Acesso em: 20 de agosto de 2019.

GARCIA, P. R. GALPÃO FREESTALL COM SISTEMA DE RESFRIAMENTO EVAPORATIVO E VENTILAÇÃO CRUZADA: DESEMPENHO TÉRMICO, ZOOTÉCNICO E O NÍVEL DE BEM ESTAR ANIMAL. 2017. 150 p. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas). Universidade de São Paulo.

MOTA, V.C., CAMPOS, A.T., DAMASCENO, F.A., RESENDE, E.A. M., REZENDE, C.P.A., ABREU, L.R., VAREIRO, T. CONFINAMENTO PARA BOVINOS LEITEIROS: HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS. **PUBVET**, v. 11, p. 424-537, 2017.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS PARA REDUZIR O ESTRESSE CALÓRICO EM GADO DE LEITE. Juiz de Fora: **Embrapa**, 2004. 6p. (Comunicado técnico 42).

THOM, E.C. **The discomfort index**. *Weatherwise*, v.12, p.57-59, 1959

## AVALIAÇÃO DO EFEITO DE BORDA EM FRAGMENTO FLORESTAL DE APA DA REGIÃO DE CARATINGA-MG

Jardel Wilson de Freitas<sup>1</sup>, Maria Loiza Izidoro de Assis<sup>2</sup>, Milheny Silva de Paiva<sup>3</sup>, Alex Cardoso Pereira<sup>4</sup>, Adriana Barbosa Sales Magalhães<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Discente de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC Caratinga. E-mail: jardelwf@hotmail.com; <sup>2</sup>Discente de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC Caratinga. E-mail: marialoizaizidoro@hotmail.com; <sup>3</sup>Discente de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC Caratinga. E-mail: milhenypaiva@yahoo.com.br; <sup>4</sup>Doutorando em Engenharia Civil - UFV. E-mail: alexcpengenharia@gmail.com; <sup>5</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC Caratinga. E-mail: adrianabsm@yahoo.com.br

**RESUMO:** O estudo sobre o efeito de borda é uma metodologia capaz de analisar sobre as modificações da estrutura da paisagem no qual sofre perdas do habitat nativo, formando fragmentos isolados e aumento das áreas de contato. O objetivo deste trabalho foi verificar se existem diferenças na estrutura arbórea entre borda e interior de um fragmento de Mata Atlântica localizada em uma área de preservação ambiental (APA) no município de Caratinga, região Leste do estado de Minas Gerais, com a hipótese de que há relação de previsibilidade entre o diâmetro à altura do peito (DAP) de cada árvore com a distância deste até a borda. Na área de estudo foram distribuídos 4 parcelas de 10 m x 10 m separadas 3 m entre si. Fez-se o teste de Kruskal-Wallis para testar diferenças entre medianas e *rankings* e o de Tuckey não paramétrico para identificação do nível de significância. Para verificar a correlação entre os DAP foram logaritimizados (LDAP) e a distância até a borda fez-se uma Regressão Linear Simples. Os LDAP e as distâncias foram testados quanto à normalidade pelos testes de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling e  $K^2$ , não apresentando distribuição normal.

**Palavras-Chave:** DAP, fragmento, mata atlântica

### INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, que antes ocupava cerca de 1.290.000 km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 12% do território brasileiro, atualmente, encontram-se com cerca de 7% do território original e intensamente fragmentada (Varjabedian, 2010). Dentre as diversas intervenções cita-se o desmatamento, às queimadas, à exploração de espécies arbóreas, à construção de rodovias e um

crescente processo de urbanização (Morellato *et al.*, 2000).

Em um sentido amplo, a fragmentação florestal dá-se o nome de efeito de borda (Laurance *et al.*, 2002) é entendida como modificação da estrutura da paisagem onde há perda de habitat nativo, e assim formando fragmentos isolados e aumento das áreas de contato, as chamadas – bordas, entre ambientes nativos e áreas de uso humano (Metzger *et al.*, 2000).

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em setembro de 2018 em uma região próxima ao distrito de Santa Luzia, município de Caratinga, Leste de Minas Gerais (19°49'56.34"S 42° 7'23.41"W) (Figuras 1 e 2).



**Figura 1:** Fragmento de Mata Atlântica localizada em APA da região de Caratinga-MG, em destaque linhas indicando local das parcelas 1, 2 e 3 - Borda.



**Figura 2:** Fragmento de Mata Atlântica localizada em APA da região de Caratinga-MG, em destaque linha indicando local da parcela 4 - Interior.

Foram implantadas 4 parcelas de 10x10 m, espaçadas 3 metros uma das outras, tendo a primeira, a segunda e a terceira parcela iniciada na margem da borda do fragmento e em seguida a quarta parcela em direção ao interior da mata. Mediram-se 37 indivíduos.

Em cada parcela foi medido de cada indivíduo a distância deste até a borda e a Circunferência à Altura do Peito (CAP), transformada posteriormente em Diâmetro à Altura do peito (DAP) para os cálculos.

Os valores de DAP foram logaritimizadas (LDAP), no Microsoft Excel 2007, para retirar a assimetria natural em torno da média das proporções O LDAP e suas respectivas distâncias até a borda foram testadas quanto à normalidade pelos testes de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling e  $K^2$  (Zar, 2008) realizados utilizando o programa Minitab 18, não apresentando distribuição normal, tendo normalidade para os dados de DAP. (Tabela 1).

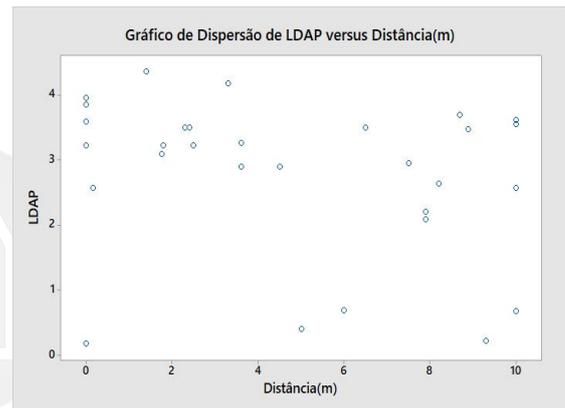
**Tabela 1:** Mediana e erro padrão dos diâmetros dos caules a 1,30 m de altura a partir do dolo (DAP) e das distâncias à borda em cada uma das parcelas implantadas na área de estudo.

Parcela	DAP	Distância à borda
1	19,56 ± 4,46	4,64 ± 14,28
2	32,99 ± 3,85	6,96 ± 28,37
3	29,84 ± 2,95	3,85 ± 27,15
4	21,43 ± 3,36	4,48 ± 9,72

Transformando os dados em logaritmo não se adquiriu distribuição normal para DAP. Como não houve a normalidade foi utilizado o Teste não paramétrico. Pelo teste de Kruskal Wallis não houve diferença significativa entre as parcelas.

O experimento foi realizado em três parcelas com repetições. Na borda foi marcada a primeira parcela de 10x10, dando um espaçamento de 3

metros para a segunda parcela e, um espaçamento de 3 metros para a terceira, observando o paralelismo das mesmas. Feito isso, o processo seria repetido dentro da borda com o mesmo procedimento anterior. O ponto demarcado no GPS foi feito apenas em cada início de parcela.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o teste de normalidade, para os testes de Anderson-Darling e  $K^2$ , não houve distribuição normal para os dados de estância e números de indivíduos.

Transformando os dados em logaritmo não houve distribuição normal também para DAP.

Como não obteve-se a normalidade utilizou-se o teste não paramétrico.

Pelo teste de Kruskal-Wallis não houve diferença significativa entre as parcelas.

Dados relativos referente à comparação entre as DAPs.

$H=1,19$  e  $P=0,75$

Pelo teste Tuckey temos:

Dados relativos referente à comparação entre as distâncias entre as parcelas

$H=2,7$  e  $P=0,44$

Por este teste as médias apresentam-se também iguais.

Pela regressão linear simples

O teste de regressão linear simples mostrou que não houve relação de previsibilidade entre o LDAP e a distância dos indivíduos até a borda ( $p = 0,16$ ;  $r^2 = 0,003$ ).

Ao nível de 5% de probabilidade não houve diferenças entre as médias do DAP da borda com o interior, segundo os testes de Kruskal-Wallis e Tukey. Não houve correlação entre as variáveis DAP e distâncias até a borda segundo os testes de correlação de Spearman, a um nível de 5% de significância.

## CONCLUSÕES

Pode-se confirmar que o fragmento florestal de APA da região de Caratinga sofreu interferência causada por incêndio, ocorrido no ano de 2014, em parte da área que se encontra em processo de recuperação.

O fragmento florestal que não é contínuo, verificou-se nas bordas maior incidência solar e menor umidade, sendo possível perceber a diferenciação entre a vegetação da borda e a vegetação interior. Em fragmentos pequenos o efeito de borda pode adentrar nas porções mais internas, tornando-se inteiramente habitats de borda.

## REFERÊNCIAS

### a. Artigos de periódicos:

LAURANCE, W.F.; DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, S.G.; VASCONCELOS, H.L.; LOVEJOY, T.E. Rainforest fragmentation kills big trees. **Nature**. p.404: 836. 2002.

METZGER, J.P.; GOLDEMBERG, R.; BERNACCI, L.C. Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecídua submontana do rio Jacaré-Pepira (SP). **Revista Brasileira de Botânica**. 21: p.321-330. 2000.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**. 32: p.786-792. 2000.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: Retrocesso ambiental. **Estudos Avançados [online]**. 24: p.147-160. 2010.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 5 ed. New Jersey, **Prentice Hall**. 2010.

**IV SIMEAA**

## AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE ÓLEO LUBRIFICANTE DAS OFICINAS MECÂNICAS EM SÃO DOMINGOS DAS DORES, MINAS GERAIS

**Camila Costa Oliveira<sup>1</sup>, Leopoldo Concepción Loreto Charmelo<sup>2</sup>, Marcos Alves de Magalhães<sup>3</sup>, Henrique Martins Beltrane<sup>4</sup>, Adriana Barbosa Sales de Magalhães<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental e Sanitarista – Centro Universitário de Caratinga (UNEC). E-mail: lcharmelo@gmail.com; <sup>2</sup>Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: lcharmelo@gmail.com; <sup>3</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: professorsmarcosmagalhaes@gmail.com; <sup>4</sup>Discente em Engenharia Ambiental e Sanitária. E-mail: beltranehenrique@gmail.com; <sup>5</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: adrianabsm@yahoo.com.br

**RESUMO:** Os resíduos sólidos, quando geridos de forma inadequada, gera impactos negativos para meio ambiente. Especificamente em relação ao óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC), que tem aumentado de forma crescente, em consequência do aumento da frota automobilística, o mercado brasileiro tem aumentado a sua produção para atender a demanda. O OLUC contém resíduos tóxicos e com alto potencial poluidor, podendo gerar grandes problemas ao meio ambiente se descartados de maneira inadequada. Tendo em vista o potencial poluidor dessa atividade, bem como a necessidade correta do gerenciamento destes resíduos, este trabalho teve por objetivo realizar diagnóstico do gerenciamento dos resíduos gerados na troca de óleo lubrificante nas oficinas mecânicas em São Domingos das Dores, por meio de visita *in loco*, aplicação de questionário, análise da sistemática geral de gestão ambiental das oficinas e dos impactos gerados ao meio ambiente. Apesar dos entrevistados declararem que se preocupam com a gestão de óleo lubrificante, na prática são visíveis várias deficiências que precisam ser sanadas, à exemplo de manchas de óleo no piso, ausência de caixas separadoras de óleo e água. Conclui-se que os estabelecimentos são passíveis de melhoria, pois gerenciam os resíduos de óleo lubrificante usados de forma inadequada.

**Palavras-Chave:** óleo lubrificante. gestão ambiental. oficinas mecânicas

### INTRODUÇÃO

Óleos lubrificantes são de grande importância para manutenção de praticamente

todo equipamento que trabalha com peças ou componentes em movimento, um exemplo são os próprios motores dos veículos, que por sua vez, o lubrificante serve para reduzir atritos e desgastes das partes móveis do objeto.

Esses óleos, que servem para a lubrificação de automóveis, são essenciais para o adequado funcionamento, decorrente do atrito entre as peças. Os lubrificantes com o uso perdem sua viscosidade e, dessa forma, se torna necessária à sua substituição, pois sem viscosidade, a vida útil e o desempenho dos motores são prejudicados. Porém, a troca e, principalmente, a deposição final desses óleos, quando realizada de forma inadequada, pode gerar grandes problemas, isso porque depois de usados, eles sofrem deterioração e contaminação, virando resíduo sólido perigoso.

A Resolução CONAMA 362/2005, (BRASIL, 2005) trata do recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado e dispõe no seu Art. 1 que “Todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e ter destinação final, de modo que não afete negativamente o meio ambiente e propicie a máxima recuperação dos constituintes nele contidos, na forma prevista nesta Resolução” (BRASIL, 2005, p.1).

Este trabalho teve por objetivo realizar diagnóstico do gerenciamento dos resíduos gerados na troca de óleo lubrificante nas oficinas mecânicas em São Domingos das Dores, Minas Gerais.

### MATERIAL E MÉTODOS

São Domingos das Dores (Figura 1) é um município localizado na região leste de Minas Gerais, coordenadas geográficas Latitude: 19°

32' 11" Sul, Longitude: 42° 0' 23" Oeste  
(CIDADE DO BRASIL, 2016).

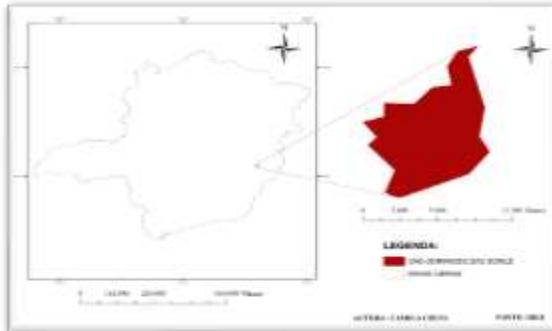


Figura 1 – Localização do município de São Domingos das Dores, Minas Gerais

O estudo foi realizado nas oficinas mecânicas do município, que realizam trocas de óleo lubrificante dos automóveis. Para alcançar os objetivos foram aplicados questionários aos proprietários dos estabelecimentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Canchumani (2013), a cadeia de produção e importação dos óleos lubrificantes é objeto de diversas leis e regulamentações da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Todavia, tendo em vista seu potencial poluidor pós-uso, especial ênfase deve ser dada à destinação final dos OLU, sendo tal assunto regulamentado em normativas específicas como Resoluções CONAMA e Portarias Interministeriais.

O acondicionamento temporário do OLU em 75% das oficinas mecânicas é armazenado em bombonas, pois são de menor custo, e até mesmo as próprias empresas especializadas na coleta cedem os recipientes. Esse tipo de recipiente deve ser armazenado em área pavimentada e coberta, para minimizar riscos de óleo vazar e escorrer para o solo ou cursos d'água. Entretanto, 25% dos estabelecimentos as bombonas estavam armazenadas na área externa sem pavimentação e cobertura, condição que requer precauções mais rigorosas.

Foi verificado que existe vazamento de OLU no local de acondicionamento e armazenamento e apenas metade das oficinas mecânicas possui caixa de separação para água e óleo (SAO).

Todo local que trabalha com troca de óleo lubrificante, deve ser feito a coleta e o armazenamento do resíduo do óleo conforme a

lei determina, e o que é ambientalmente correto. A frequência de coleta OLU das oficinas entrevistadas tem sido mensal ou bimensalmente.

Também foi verificado que existe uma empresa autorizada pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) e licenciada pelo Órgão Ambiental Estadual / IBAMA que compra OLU das oficinas mecânicas e postos de combustíveis localizados nos municípios do Leste mineiro, dentre estes São Domingos das Dores.

Além da supracitada empresa os entrevistados declararam que o OLU têm sido adquiridos por pessoas que usam para diversos fins, principalmente na zona rural, para aplicar nas estacas. Ainda que em pequenas quantidades a destinação de OLU para essa finalidade contraria a legislação pelo potencial risco de poluição ao meio ambiente.

Apesar disso e de forma contraditória metade dos entrevistados declararam ter conhecimento da legislação referente a atividade de troca de óleo lubrificante. Todos os entrevistados declararam que seus estabelecimentos já foram fiscalizados por algum órgão ambiental e que têm conhecimento dos impactos provocados ao meio ambiente pelo descarte inadequado do OLU, todas responderam que tem conhecimento das consequências.

## CONCLUSÕES

Sob o ponto de vista ambiental e legal concluiu-se que há deficiências no gerenciamento de OLU recolhidos nas oficinas mecânicas de São Domingos das Dores que precisam ser sanadas.

Ficou evidente que todas as oficinas têm interesse financeiro na comercialização do OLU, seja para empresa especializada ou para seus clientes, ainda que em menor quantidade, apesar dos riscos potenciais para o meio ambiente.

A inexistência de caixa de separação para água e óleo (SAO) em 50% das oficinas visitadas é preocupante e igualmente preocupante é o acondicionamento temporário OLU em recipientes (bombonas) localizados na área externa da oficina, sem cobertura e armazenado diretamente sobre o solo, com potencial risco de vazamentos, podendo provocar problemas de poluição principalmente em período chuvoso, infiltrando no solo e contaminando água subterrânea.

## REFERÊNCIAS

### Internet

CANCHUMANI, G.A.L. **Óleos lubrificantes usados:** um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de redefino no Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA 362/2005.** Dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Brasília, 2005.

CIDADES DO BRASIL. **Município de São Domingos das Dores.** Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-sao-domingos-das-dores.html>>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.



# IV SIMEAA

## BALANÇO HÍDRICO DA ATIVIDADE HORTÍCOLA, EM PIEDADE DE CARATINGA, MINAS GERAIS

Rui Pereira Ribeiro<sup>1</sup>, Marcos Alves de Magalhães<sup>2</sup>, Adriana Barbosa Sales Magalhães<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Ambiental e Sanitarista . Centro Universitário de Caratinga (UNEC). E-mail: ruiribeiroeas@gmail.com; <sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: professormarcosmagalhaes@gmail.com; <sup>3</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: adrianabsm@yahoo.com.br

**RESUMO:** Toda e qualquer atividade humana gera impacto ambiental, cuja intervenção no ambiente deve ser atenuada para que essa atividade seja sustentável. Para isso faz-se necessário que os aspectos legais, ambientais e sociais sejam observados e seus impactos negativos mitigados. As atividades agrícolas representam um dos setores que mais demandam o uso de água, razão pela qual devem efetuar manejo adequado de uso. O trabalho teve como objetivo levantar e analisar o balanço hídrico climatológico (BHC) da atividade horticultura, no município de Piedade de Caratinga, Minas Gerais e a percepção dos agricultores sobre a crise hídrica, na produção de hortaliças da área de estudo. O Material e Método utilizado para calcular o BHC foi o método Thorthwaite e Mather (1955) e os dados climatológicos obtidos no 5° Distrito de Meteorologia do Brasil, localizado em Caratinga. A precipitação média anual da área de estudo é de 1571 mm e evapotranspiração potencial de 1301 mm ano. Considerando a Capacidade de Água Disponível (CAD) de 35mm, o BHC resultou em seis meses de deficiência hídrica no solo (abril a outubro). Para conhecer a percepção dos 82 agricultores familiares associados a Rede Leste de Banco de Alimento (RELBA), quanto ao BHC da atividade horticultura, os mesmos responderam o questionário estruturado. Com a redução da disponibilidade hídrica, cerca de 6% dos entrevistados declararam que param a atividade e 94% declaram que só consegue produzir se efetuarem irrigação, entretanto a água retirada praticamente não retorna ao rio, causando grande impacto quantitativo. Desses somente 26% informaram dispor de Outorga de água. Conclui-se que a redução dos recursos hídricos no período de abril a outubro, conforme observado no BHC do município, causam redução plantações e, conseqüentemente, a redução da rentabilidade familiar.

**Palavras-Chave:** Irrigação, disponibilidade hídrica, agricultura familiar

### INTRODUÇÃO

O município de Piedade de Caratinga situa-se no leste mineiro, é constituída por pequenos e médios propriedades, produtores de café e de hortaliças, que necessita diretamente de água para irrigação das hortaliças. Neste contexto os últimos anos os agricultores passaram por uma crise hídrica ocasionando a queda de produção, e mudanças das localidades das hortas, em busca de água para irrigação.

A pesquisa foi direcionada aos agricultores que aderiram ao Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA), por meio da Associação de Agricultores do Lage e Associação dos Agricultores de Santa Luzia do município de Piedade de Caratinga.

Os agricultores, por meio deste Programa, comercializam seus produtos para o governo, e, em seguida são encaminhados para o Banco de Alimento (BA) e doados para instituições filantrópicas da região.

Esta pesquisa levantou e analisou o BCH da atividade de horticultura no município de Piedade de Caratinga, e conheceu a percepção dos agricultores famílias relacionados a questões hídricas do município.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Piedade de Caratinga (Figura 1), localizado no Leste Mineiro, mesorregião do Vale do Rio Doce, microrregião de Caratinga, coordenadas geográficas 19°45'34" S e 42°4'35", altitude de 825 metros em relação ao nível do mar, vizinho dos municípios de Caratinga, Ubaporanga e Imbé de Minas (IBGE, 2010).

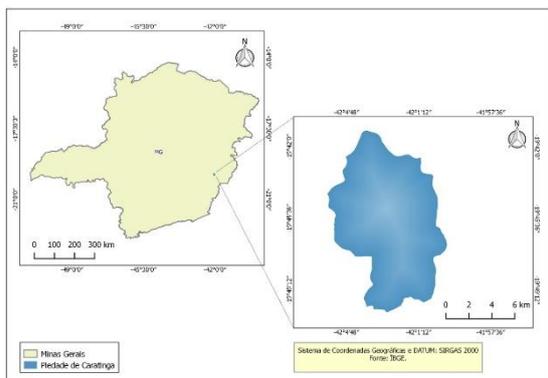


Figura 1 - Localização do município de Piedade de Caratinga no estado de Minas Gerais

O município de Piedade de Caratinga possuía no ano de 2010 uma população residente de 7.101 habitantes, com uma área territorial de 109,35 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso racional de água, numa atividade que tem demanda considerável em todas as suas etapas de produção, a exemplo de horticultura, necessita, continuamente, ser observada de forma holística, de forma a permitir que essa atividade seja ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justa. A Lei 9.433/1997 estabelecer que a água é um bem de domínio público (BRASIL, 1997), entretanto, na percepção de 38% dos agricultores é que os mesmos são donos da água que atravessa os seus imóveis, 23% declararam que a água é um recurso do estado de Minas Gerais e 39% não souberam responder. Apesar da obrigatoriedade de todo usuário fazer o cadastro para obter a outorga, ainda que a quantidade usada seja insignificante, aproximadamente 3 em cada 4 usuários não têm essa percepção, visto que não dispõe de outorga, contrariando o que estabelece a Deliberação Normativa (DN) do Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 09/2004 (MINAS GERAIS, 2004).

A Lei nº 9.433/1997 estabelecer que a água é um bem de domínio público, entretanto, na percepção de 38% dos agricultores é que os mesmos são donos da água que atravessa os seus imóveis, 23% declararam que a água é um recurso do estado de Minas Gerais e 39% não souberam responder.

Apesar da obrigatoriedade de todo usuário de água fazer o cadastro para obter a outorga, ainda que a quantidade usada seja

insignificante, aproximadamente 3 a cada 4 usuários não têm essa percepção visto que não dispõe de outorga, contrariando o que estabelece a DN do CERH nº 09/2004.

## CONCLUSÕES

A horticultura é uma atividade que demanda uso intenso dos recursos hídricos, entretanto, essa atividade no município de Piedade de Caratinga é afetada por deficiência hídrica que ocorre entre os meses de abril a outubro, conforme observado no balanço hídrico climatológico.

Nesse período a rentabilidade familiar é impactada pela disponibilidade hídrica, devido a oscilação de preços dos produtos hortícolas relacionadas a queda na produção, face a redução na área plantada.

O uso racional de água, numa atividade que tem demanda considerável em todas as suas etapas de produção, a exemplo de horticultura, necessita, continuamente, ser observada de forma holística, de forma a permitir que essa atividade seja ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justa.

## REFERÊNCIAS

### Internet:

BRASIL. Governo Federal. **Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Municípios** – Piedade de Caratinga, Minas Gerais. Rio de Janeiro, 2010.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável / Conselho Estadual de Recursos Hídricos-CERH. **Deliberação Normativa CERH-MG n.º 09, de 16 de junho de 2004**. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Publicada no "Minas Gerais" em 28 de junho de 2004, Belo Horizonte, 2004.

## CARACTERIZAÇÃO DA CAMA UTILIZADA EM SISTEMAS COMPOST BARN

**Hiago Henrique Rocha Zanetoni<sup>1</sup>, Ilda de Fátima Ferreira Tinôco<sup>2</sup>, Fernando da Costa Baêta<sup>3</sup>, Fernanda Campos de Sousa<sup>4</sup>, Monique de Oliveira Vilela<sup>5</sup>, Carlos Gutemberg S. Teles Junior<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Pós graduando em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: hiagozanetoni@gmail.com; <sup>2</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: iftinoco@hotmail.com; <sup>3</sup>Professor do Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: baeta@ufv.br; <sup>4</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: fernandaengenhairaagricola@gmail.com; <sup>5</sup>Pós graduanda em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: moniqueoliveiravilela@gmail.com; <sup>6</sup>Pós graduando em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: carlosgutembergjr@hotmail.com.

**RESUMO:** O Sistema de criação compost barn apresenta crescente implantação em nosso país, este sistema consiste em alojar vacas leiteiras em galpões, onde o piso é revestido por cama, material de origem orgânica e higroscópico, sobre esta cama os animais permanecem soltos. Na cama é onde ocorre o processo de compostagem aeróbia, o qual é induzido pela periódica homogeneização dos dejetos dos animais, ali depositados, associados à aeração rotineira que o sistema exige. Como a literatura carece de informações sobre as condições química e física destas camas, o objetivo do presente estudo consistiu na caracterização química e física da cama em uso em um galpão de bovinos de leite no sistema compost barn. O estudo foi realizado em uma unidade produtora de leite localizada na região da Zona da Mata Mineira, as amostras foram coletadas e submetidas às análises laboratoriais de: pH, teor de água e de matéria orgânica e relação carbono:nitrogênio. Os dados foram analisados na forma descritiva. E então, nas condições ambientais e temporais estudadas, a cama do galpão compost barn apresenta pH igual a 8,12, valor que favorece a atividade microbiana. O teor de água foi de 38,9%, apresentando-se abaixo da faixa ideal para a compostagem, porém, mantém a salubridade do ambiente e dos animais. O teor de matéria orgânica e a relação C:N, 30,8% e 11:1, respectivamente, tem seus valores dentro das faixas preconizadas pela literatura.

**Palavras-Chave:** bovinocultura de leite, compostagem, sistemas de criação

A produção de leite garante ao Brasil posição de destaque no cenário internacional, sendo uma atividade exercida em todo território nacional. Segundo a FAO (2019), no ano de 2018 a produção de leite brasileira ultrapassou 35 milhões de toneladas, sendo que o total de produção é crescente a cada ano.

Em sistemas intensivos de produção de leite, o galpão tem a função de abrigar os animais e criar um microclima que favoreça a produção (Mota et al., 2017). Dentre os sistemas intensivos de confinamento para bovino de leite, destaca-se o compost barn, considerado uma alternativa interessante do ponto de vista sustentável. Este sistema consiste em alojar vacas leiteiras em galpões, com piso de concreto ou terra batida, sobre o qual se deposita um substrato com propriedade higroscópica, com altura de aproximadamente meio metro (Janni et al., 2007). Sobre esta cama os animais defecam, urinam, permanecem soltos e caminham livremente. A particularidade deste sistema é que, ocorre o processo de compostagem aeróbia da cama, o qual é induzido pela periódica homogeneização dos dejetos dos animais associados à aeração rotineira (Mota et al., 2017).

O material da cama, além de ser higroscópico e propício ao conforto do animal, deve ser rico em carbono e ter disponibilidade e custo acessível (Damasceno, 2012). A cama, em uma profundidade de 0,2 a 0,3 m, deve ser revolvida frequentemente, com o auxílio de escarificadores, para promover a incorporação dos dejetos e favorecer a aeração da mesma, objetivando uma melhor atividade metabólica dos microrganismos aeróbicos que agem na decomposição dos dejetos.

### INTRODUÇÃO

Como a literatura é carente de informações sobre a qualidade destas camas para o uso como adubo agrícola, o objetivo do presente estudo consistiu na caracterização química e física da cama em uso, em um galpão de bovinos de leite no sistema compost barn.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma unidade produtora de leite, localizada no município de Cajuri - MG, cujo clima, pela classificação de Köppen, é caracterizado por inverno frio e seco e verão quente e úmido. A coleta de dados foi realizada no mês de Outubro de 2019.

O galpão possui 25 m de comprimento, 14 m de largura, 5 m de pé direito, 1 m de beiral e cobertura de telhas de aço galvanizado. O sistema de nebulização do corredor de alimentação, sobre os animais, é composto de 8 bicos espaçados de 3,1 m a 2,5 m do piso. Neste estão alojadas 25 vacas secas, com 14,0 m<sup>2</sup>/animal. A cama apresentava oito meses de uso, constituída por casca de café e maravalha, na proporção 1:1, com aproximadamente 0,6 m de espessura. Duas vezes ao dia, ocorre o revolvimento da cama, de forma mecânica, com o auxílio de um escarificador.

Para a coleta do material, foram definidos, aleatoriamente, pela técnica do caminhamento randômico, oito pontos de coleta na superfície do piso do interior do galpão. Para cada ponto randômico foram definidos outros cinco pontos ao entorno, obtendo assim uma amostra composta de cada ponto. O material coletado foi submetido à análises laboratorial de: potencial hidrogeniônico (pH), teor de água, teor de matéria orgânica, relação C:N (carbono:nitrogênio).

Os valores de pH das amostras foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Apha (2012). Para a quantificação do conteúdo de água, utilizou-se a metodologia citada em Mapa (2007). O teor de matéria mineral foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2004). Já a relação C:N foi obtida através metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os dados foram analisados de forma descritiva.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

**Quadro 1.** Valores médios das análises laboratoriais de pH, teor de água e de matéria orgânica e relação C:N das amostras coletadas.

	<i>pH</i>	<i>Teor de água</i>	<i>Teor de matéria orgânica</i>	<i>Relação C:N</i>
Média	8,12	38,9	30,8	11
Desvio Padrão	0,31	1,83	1,88	5,55
C.V. (%)	3,9	4,8	5,7	9,7

O valor médio de pH encontrado foi de 8,12 demonstrando, assim, a alcalinidade do material. Para Graves et al. (2000), valores de pH na faixa de 6,5 a 8,0 favorece a atividade microbiana e, na fase final do processo de compostagem, o pH tende a valores próximos a 9. Sendo assim, o valor encontrado nos galpões, é um indicativo de que há atividade microbiana na cama e que a compostagem pode estar na fase próxima à maturação.

O teor médio de água obtido foi 38,95%. Bewley et al. (2017), relatam que para uma compostagem eficiente o conteúdo de água da cama deve estar entre 40 e 60 %. Fato não observado para o galpão aberto. Este resultado pode ser justificado pelo fato de que um dos interesses ao se fazer a reposição da cama, num primeiro momento, é de exatamente abaixar a umidade da mesma a níveis que confirmam salubridade ao ambiente e redução de sujidades nos animais.

O teor de matéria orgânica médio foi de 30,8%, valor abaixo dos encontrados em estudos similares (Bewley et al., 2017; Janni et al., 2007).

A media do valor de relação C:N obtida neste estudo, foi de aproximadamente 11:1. Russele et al. (2009) relatam valores de 10:1 a 20:1 para relação C:N em galpões compost barn, colaborando com o resultado obtido neste estudo.

### CONCLUSÕES

Nas condições ambientais e temporais estudadas, a cama do galpão compost barn apresenta valor de pH que favorece a

atividade microbiana. O teor de água se apresenta abaixo da faixa ideal para a compostagem, porém, mantém a salubridade do ambiente e dos animais. O teor de matéria orgânica e a relação C:N tem seus valores dentro das faixas preconizadas pela literatura.

value of stratified bedded pack dairy manur. **Crop Management**. 2009. 196 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004. 235 p.

TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1995. 174 p.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FUNARPEQ.

### REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 22 edition, American Public Health Association, Washington D.C. 2012. 1496 p.

BEWLEY, J.M, ROBERTSON, L.M. & ECKELKAMP, E.A. Lactating dairy cattle housing management. **Journal of Dairy Science** 100(12), 10418 10431, 2017.

DAMASCENO, F. A. **Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. 391 p.

FAO - *Food and Agriculture organization of the United Nations*. Milk and Products. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/statistical-capacity-development>. Acesso em: 03/05/2019.

GRAVES,R.E.; HATTEMER, G.M.; STETTLER, D.; KRIDER,J.N.; CHAPMAN,D. **Environmental Engineering**. United States Department of Agriculture, 2000. 88 p.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. Compost dairy barnlayout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, p.97-102, 2007.

MAPA – *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Brasília, 2007. 141p.

MOTA, V. C., CAMPOS, A. T., DAMASCENO, F. A., RESENDE, E. A. M., REZENDE, C. P. A., ABREU, L. R., VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: histórico e características. **PUBVET**, v. 11, p. 424-537, 2017.

RUSSELLE, M. P.; BLANCHET, K. M.; RANDALL, G. W.; EVERETT, L. A. Characteristics and nitrogen

## DETERMINAÇÃO DA EMISSÃO DE AMÔNIA EM INSTALAÇÕES ABERTAS PARA FRANGOS DE CORTE

Matheus Dias Oliveira<sup>1</sup>, Fernanda Campos de Sousa<sup>2</sup>, Germán Darío Galvis Sánchez<sup>3</sup>, Charles Paranhos Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Discente de mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. Bolsista Fapemig. E-mail: matheus.d.oliveira@ufv.br;  
<sup>2</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: fernanda.sousa@ufv.br; <sup>3</sup>Discente de mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. E-mail: german.sanchez@ufv.br; <sup>4</sup>Discente de mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. E-mail: charlescpo@gmail.com

**RESUMO:** A avicultura de corte é uma importante atividade econômica e social, principalmente nos países de clima tropical. Nessas regiões são utilizadas instalações predominantemente abertas o que inviabiliza a utilização das principais metodologias para quantificação das emissões de gases. A amônia como um dos principais gases presentes nos galpões de frangos de corte deve ser constantemente mensurada devido aos danos que causa a saúde dos animais e humanos. Entretanto as metodologias disponíveis são aplicadas a instalações fechadas por isso torna-se importante desenvolver e estudar metodologias para quantificação da emissão de amônia em instalações abertas. Os métodos de fluxo passivo Ferm Tube e SMDAE podem ser utilizados em instalações para produção de frangos de corte abertas com sistema de ventilação natural. Contudo necessitam de maior tempo de exposição para coleta e maior número de amostradores.

**Palavras-Chave:** avicultura, difusão passiva, qualidade do ar

### INTRODUÇÃO

A avicultura de corte é um setor de grande importância econômica e social no Brasil. É uma das atividades de produção animal mais avançadas tecnologicamente. Possibilita o fornecimento de proteína animal de baixo custo. Gera empregos e renda nos diversos ramos da cadeia produtiva, como fabricação de ração e transporte (Fonseca & Jos, 2017).

Na produção de frangos de corte, devido a utilização de cama aviária como substrato para os resíduos gerados, ocorre decomposição do material e conseqüentemente emissão de

gases (Sousa, et al., 2016). Dentre eles, o de maior importância por estar presente nas maiores concentrações, é a amônia (NH<sub>3</sub>), um gás de efeito estufa (Felix & Cardoso, 2012), danoso aos seres humanos e animais em elevadas concentrações.

A exposição contínua a elevadas concentrações de amônia pode causar no homem problemas respiratórios (Donham, 2000), irritação nos olhos (Niosh, 2001) e até mesmo cegueira (Perry, 2003). E nos frangos de corte os danos devido a exposição a elevadas concentrações de amônia, abrangem a redução no ganho de peso (Lott & Donald, 2003), irritação nos olhos e maior incidência de doenças (Café & Andrade, 2001) podendo até mesmo levar à morte (Goot Koerkamp et al., 1998).

Nos países de clima tropical, como o Brasil, os galpões de produção animal são predominantemente abertos com sistemas de ventilação natural, conferindo complexidade no volume de ar e com isso dificuldade nas medições das taxas de emissão de amônia (Sousa et al., 2015). Como a produção de frangos de corte mundial concentra-se principalmente nos países de climas tropicais, e, portanto, predominantemente em instalações abertas, torna-se imprescindível estudos e desenvolvimento de metodologias aplicáveis a essas tipologias de instalações. Assim, objetiva-se com essa revisão descrever métodos de determinação da emissão de amônia aplicados nas condições dos galpões abertos com sistema de ventilação natural.

### MATERIAL E MÉTODOS

Esta revisão bibliográfica foi desenvolvida a partir de uma busca minuciosa da literatura em

artigos científicos, livros e publicações em eventos científicos relativos à estudos sobre métodos de fluxo passivo para determinação da emissão de amônia em instalações de produção animal abertas, com sistema de ventilação natural.

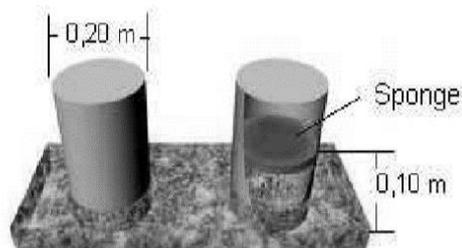
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de fluxo passivo são considerados ideais para as condições de instalações abertas com sistemas de ventilação natural por não dependerem de um fluxo de ar definido para quantificar a emissão de gases. Sendo, portanto, apropriados para as tipologias de instalações adotadas no Brasil e nos países de clima tropical.

As vantagens dos métodos de fluxo passivo para quantificação das emissões de amônia são economia energética, por não necessitarem de nenhuma fonte de energia e pelo menor custo de aquisição quando comparados aos sensores eletroquímicos (Sousa et al., 2015). Para as condições de ventilação natural em galpões abertos, dois métodos de fluxo passivo se sobressaem, sendo eles o Ferm Tube e o Método Saraz ou SMDAE (Saraz Method for Determination of Ammonia Emissions), os quais tem apresentado precisão satisfatória nas medições (Osório Saraz et al., 2013).

### SMDAE

O método Saraz (Osório-Saraz et al., 2014) utiliza um material absorvente poroso, podendo ser espumas ou esponjas de poliuretano, contendo uma mistura de solução ácida ( $H_2SO_4$ ) e glicerina ( $C_3H_8O_3$ ). Essas espumas são posicionadas dentro de tubos de PVC (policloreto de vinila) posicionados sobre a cama aviária (Figura 1).



**Figura 1.** Representação esquemática do método Saraz. Fonte: Osorio-Saraz et al. (2014).

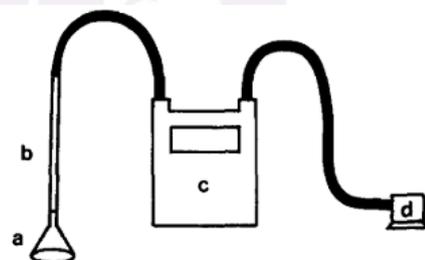
A solução ácida presente nas espumas fixa a amônia por microdifusão. Após a coleta, as

espumas são levadas ao laboratório onde a concentração de  $NH_3$  da solução ácida é quantificada por processo de destilação utilizando o método de Kjeldhal, e posteriormente titulação ácido-base (Osório Saraz et al., 2014).

O método Saraz apresenta como limitações a faixa de medição, onde a precisão se torna satisfatória para concentrações acima de 1 ppm. Ou seja, esse método deve ser utilizado para mensuração de emissão de amônia em instalações com frangos de corte com idades a partir de 14 dias de vida, quando passa a ocorrer maior concentração de  $NH_3$  no ambiente. Outra limitação seria o tempo mínimo de exposição para coleta, recomendado de duas horas (Osório Saraz et al., 2013), o que inviabiliza a tomada de decisão instantânea para evitar possíveis danos aos animais e trabalhadores expostos à amônia.

### Ferm Tube

O Ferm Tube é um método que utiliza amostradores de fluxo passivo (Figura 2), que vem sendo empregado desde o seu desenvolvimento (Ferm, 1979).



**Figura 2.** Representação esquemática do método Ferm Tube, a, funil; b, tubo coletor; c, medidor de gás; d, bomba. Fonte: Ferm (1979).

O método Ferm Tube distingue-se do método Saraz por utilizar uma superfície de reação revestida de solução ácida e por sua quantificação ser feita através de colorimetria (Sousa et al., 2015). Seus resultados são mais precisos em ambientes com concentrações de amônia acima de 2,5 ppm.

Em instalações com sistemas de ventilação natural há a necessidade de utilizar-se maior quantidade de amostradores por conta da complexidade da circulação do ar nessas instalações. Outra característica do método Ferm Tube é também a necessidade de maior período de tempo de exposição para coleta, quando comparado com o tempo empregados



## Simpósio e Semana Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental Departamento de Engenharia Agrícola Universidade Federal de Viçosa

em instalações fechadas com sistemas de ventilação mecanizada (Osório Saraz et al., 2013).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos de fluxo passivo Ferm Tube e SMDAE podem ser aplicáveis em instalações para produção de frangos de corte abertas com sistema de ventilação natural.

Contudo o tempo de exposição para coleta deve ser satisfeito e é necessário utilizar um número de amostradores para ser representativo, por conta da complexidade do fluxo de ar em uma instalação aberta.

Além disso, os métodos de fluxo passivo são aplicados para instalações de frangos de corte onde os animais tenham idade acima de duas semanas de vida para que as emissões sejam detectadas com precisão pelos métodos.

### REFERÊNCIAS

- CAFÉ M. B.; ANDRADE, M.A. INTOXICAÇÕES. **Avicultura industrial**. Ed 1091, 2001.
- DONHAM, K. A HISTORICAL OVERVIEW OF RESEARCH ON THE HAZARDS OF DUST IN LIVESTOCK BUILDINGS. IN DUST CONTROL IN ANIMAL PRODUCTION FACILITIES. In Proc. Congress in Aarhus. **Anais...** Horsens, Denmark: Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre Bygholm. 2000.
- FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. A METHOD FOR DETERMINATION OF AMMONIA IN AIR USING OXALIC ACID-IMPREGNATED CELLULOSE FILTERS AND FLUORIMETRIC DETECTION. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.23, n.1, p. 142-147, 2012.
- FERM, M.; METHOD FOR DETERMINATION OF ATMOSPHERIC AMMONIA. **Atmospheric Environment**, p. 1385-1393, 1979.
- FONSECA, V. V.; JOS M. DEPENDÊNCIA PRODUTIVA DOS AVICULTORES. **Revista de Política Agrícola**. p. 62-73, 2017.
- GROOT KOERKAMP, P.W.G.; METZ, J.H.M.; UENK, G.H.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.; SNEATH, R.W.; SHORT, J.L.; WHITE, R.P.P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, J.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K.H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSEN, J.O.; WATHES, C.M. CONCENTRATIONS AND EMISSIONS OF AMMONIA IN LIVESTOCK BUILDINGS IN NORTHERN EUROPE. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 70 (1): 79-95, 1998.
- LOTT, B.; DONALD, J. Amônia: Grandes perdas mesmo quando você não percebe. **Avicultura Industrial** 2005.
- NIOSH. National Institute For Occupational Safety And Health. Ministério do Meio Ambiente. Ontario Air Standards for Ammonia. v. 1988: 1-47. 2001. Disponível em <<https://www.cdc.gov/niosh/index.htm>>. Acesso em 19 de setembro de 2019.
- PERRY, G. C. WELFARE OF THE LAYING HEN. **World's Poultry Science Association**, Bristol, v. 27. 431p, 2003.
- OSORIO SARAZ, J. A.; FERREIRA TINÔCO, I. F.A.; GATES, R.S.; OLIVEIRA DE PAULA, M.; MENDES, L. B. EVALUATION OF DIFFERENT METHODS FOR DETERMINING AMMONIA EMISSIONS IN POULTRY BUILDINGS AND THEIR APPLICABILITY TO OPEN FACILITIES. **Dyna**, 80(178), p. 51-60,2013.
- OSORIO-SARAZ, J. A.; TINOCO I. F. F.; GATES R. S.; ROCHA K. S. O.; CABALLERO E. M. C.; SOUSA F. C. ADAPTATION AND VALIDATION OF A METHODOLOGY FOR DETERMINING AMMONIA FLUX GENERATED BY LITTER IN NATURALLY VENTILATED POULTRY HOUSES. **Dyna** v. 81, n. 187, p. 137-143, 2014.
- SOUSA F. C.; TINOCO I. F. F.; PAULA M.O.; SILVA A. L.; BATISTA F. J. F.; BARBARI M. MEDIDAS PARA MINIMIZAR A EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: REVISÃO. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. 2016.
- SOUSA, F. C.; TINOCO, I. F. F.; SARAZ, J. A. O.; PAULA, M. O.; SILVA, A. L.; COELHO, D. J. R.; MÉTODOS DE DIFUSÃO PASSIVA PARA QUANTIFICAÇÃO DE AMÔNIA EM INSTALAÇÕES ABERTAS PARA PRODUÇÃO ANIMAL. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v. 9, n. 3, p. 252-260, 2015.

## EMISSÃO DE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

**Monique de Oliveira Vilela<sup>1</sup>, Richard S. Gates<sup>2</sup>, Marcos Oliveira de Paula<sup>3</sup>,  
Carlos Gutemberg S. Teles Junior<sup>4</sup>, Hiago Henrique R. Zanetoni<sup>5</sup>; Guilherme de  
Souza Laud<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Pós graduanda em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: moniqueoliveiravilela@gmail.com; <sup>2</sup>Professor do Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois. E-mail: rsgates@illinois.edu; <sup>3</sup>Professor do Departamento de Engenharia Florestal - UFV. E-mail: modep@bol.com.br; <sup>4</sup>Pós graduando em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: carlosgutembergjr@hotmail.com; <sup>5</sup>Pós graduando em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: hiagozanetoni@gmail.com; <sup>6</sup>Discente do curso de Zootecnia - UFV. E-mail: guilhermelaud@gmail.com

**RESUMO:** O setor avícola brasileiro tem mostrado grande potencial de crescimento principalmente pelo desenvolvimento tecnológico, clima favorável e grande extensão territorial, com disponibilidade de terras férteis para produção de insumos agrícolas. Diante desta expansão, o sistema de criação intensivo foi imprescindível para o êxito da atividade. O aumento da densidade de criação permitiu maior lucratividade ao produtor, com maior produção em menores espaços e redução da mão-de-obra, contudo surgiram também impactos negativos ao ambiente, aos animais e aos trabalhadores, como a produção de gases tóxicos e odores, principalmente devido à grande quantidade de dejetos produzidos. O ar com altas concentrações de amônia pode afetar fortemente a sanidade das aves e dos trabalhadores, além de gerar perdas econômicas significativas ao produtor. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar as principais fontes de geração de amônia os problemas que a alta concentração deste gás gera na produção de frangos de corte. Verificou-se que as excretas das aves e a umidade da cama e do ambiente são os principais fatores que influenciam na emissão de amônia em um galpão e, quando em altas concentrações, agravam profundamente a sanidade dos animais e trabalhadores.

**Palavras-Chave:** avicultura, nitrogênio, qualidade do ar

### INTRODUÇÃO

No Brasil, a maior parte das instalações possuem características de criação intensiva. Por isso, o sucesso da avicultura é fortemente influenciado pela qualidade do ar, que está intimamente ligada ao metabolismo dos animais, uma vez que é liberado calor,

umidade, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) resultante da respiração, gases provenientes da digestão e poeira. Além disso, são eliminados indiretamente no ar alguns produtos oriundos da decomposição dos dejetos, como calor, umidade e gases da digestão aeróbica e anaeróbica da cama e dos excrementos. Outros fatores, como as condições higiênicas do local, falta de limpeza e de cuidados com os animais, manejo e infiltração de água nas instalações facilitam o surgimento de processos como combustão ou fermentação e consequentemente, a geração de gases tóxicos (Sampaio et al., 2005).

Sabendo-se que o ambiente térmico e aéreo de criação das aves é determinante no sucesso da produção, torna-se imprescindível o planejamento para a concepção e adequação de aviários conforme o contexto climático de cada região. Além disso, a adoção de boas práticas de manejo asseguram condições de conforto aos animais e, assim, podem garantir altos níveis de produtividade, de forma que a relação custo-benefício seja a melhor possível.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi identificar as principais fontes de geração de amônia e sua influência na produção de frangos de corte.

### DESENVOLVIMENTO

A amônia é o gás alcalino mais abundante na atmosfera e as fontes primárias de geração concentram-se nas atividades agropecuárias, como o confinamento de animais, aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo, queima de biomassa e queima de combustíveis fósseis. A maior parte da amônia volatilizada para a atmosfera é de origem antropogênica, principalmente por parte do setor agropecuário, onde a produção animal contribui com uma parcela considerável no total de emissões (Harper et al., 2010).

A produção de frangos de corte gera, direta ou indiretamente, grande quantidade de poluentes em todas as etapas da cadeia produtiva, desde o cultivo de grãos para a alimentação dos animais até a geração de resíduos como esterco, cama, animais mortos e efluentes dos abatedouros. Nesse setor, a amônia é o principal gás gerado e, por isso, tem sido motivo de preocupação entre os produtores e pesquisadores por ser tóxico para o homem e para os animais quando em altas concentrações, além de provocar impactos negativos no ambiente e atuar como um gás de efeito de estufa (Sousa et al., 2016). Uma vez que o ambiente interno de uma instalação pode ser afetado pela cama, ração e pelo ar exterior que entra no galpão (Branco et al., 2017), a qualidade do ar torna-se um fator imprescindível para o sucesso da atividade, visto que os animais expressam seu máximo potencial produtivo em condições ambientais favoráveis.

A principal fonte para a produção de amônia em galpões para frangos de corte é o nitrogênio encontrado na ureia, ácido úrico e proteínas não digeridas presentes nas excretas das aves, provenientes de rações ricas em aminoácidos. Segundo David et al. (2015), cerca de 80% do nitrogênio é eliminado pelas aves como ácido úrico, 10% é excretado como amônia e 5%, como ureia. Após excretados, o ácido úrico e a ureia são decompostos por bactérias e fungos que utilizam o ácido úrico para sintetizar suas próprias proteínas e assim, o excesso de nitrogênio é liberado na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) ou gás amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) (Oro & Prado Guirro, 2014). Esses compostos nitrogenados são facilmente convertidos em  $\text{NH}_3$  sob condições de pH e umidade elevados, onde o nitrogênio é volatilizado e perdido para a atmosfera, tornando a amônia o gás mais nocivo produzido em galpões de frangos de corte.

De acordo com Ritz et al. (2009), os dois fatores básicos para a geração da amônia são as excretas e a presença de umidade, sendo este último de maior importância, uma vez que a cama úmida é a principal causa das emissões de amônia e, por isso, seu controle é o primeiro passo para evitar esse tipo de problema. Um dos principais fatores que influencia a umidade da cama é a nutrição animal. Existem alguns ingredientes da dieta, como o sal, que quando presente em excesso na ração, elevam o consumo de água dos animais, gerando a uma maior quantidade de excretas e, como resultado, aumenta a umidade da cama. Ainda, condições ambientais de clima úmido,

condensação e temperaturas muito baixas podem aumentar a umidade da mesma, caso o sistema de ventilação não seja eficiente para eliminar o excesso de vapor de água efetivamente. Além da presença de umidade na cama, a concentração de amônia no interior de aviários é fortemente influenciada pela densidade populacional, tipo e composição da ração, material da cama, idade da ave, manejo e características físicas e químicas da cama, ventilação, temperatura do ar e umidade do ar e do piso, tipo de edificação, número de reutilizações da cama, entre outros (Ritz et al., 2009).

O substrato utilizado como cama interfere nas propriedades físicas do resíduo, tais como a estrutura, a adsorção de  $\text{NH}_3$  e as taxas de liberação devido às diferenças na capacidade de adsorção de água, na taxa de liberação de umidade e nos processos bioquímicos (Miles et al., 2011). Além disso, Gates et al. (2008) afirmam que elevadas densidades de criação facilitam o aumento da umidade e dos teores de nitrogênio amoniacal e total na cama, principalmente na fase final da produção. A alta densidade faz com que a cama seja mais compactada, reduzindo sua capacidade de absorção e, consequentemente, favorecendo o aumento da concentração de amônia.

Os efeitos da amônia nas aves são expressivos, uma vez que a exposição a níveis elevados pode ocasionar transtornos como redução de apetite, conjuntivites e susceptibilidade à doenças, prejudicando substancialmente a produtividade dos animais e afetando a saúde dos trabalhadores. Por ser solúvel em água, a amônia pode ser facilmente absorvida pelas mucosas do animal, causando irritação nos olhos, problemas respiratórios e de locomoção (Curtis, 1983). Segundo Regaço (2006), em concentrações a partir de 60 ppm, as aves podem sofrer problemas respiratórios e risco de infecções, apesar de que 20 ppm é o suficiente para elevar a predisposição à doenças os animais continuamente expostos ao gás. Atingindo-se a concentração de 100 ppm no ambiente, ocorre redução da atividade respiratória e os processos fisiológicos de trocas gasosas são comprometidos, gerando graves danos não só as aves, mas também aos trabalhadores (Regaço, 2006). Segundo o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH, 2003), os limites de exposição a amônia para humanos é de 25 ppm por 8 horas, de 35 ppm por 15 minutos e 50 ppm para exposição de 5 minutos.

Portanto, em sistemas de criação em alta

densidade, é exigido maior controle da emissão de  $\text{NH}_3$  a fim de evitar prejuízos ao bem-estar e à produtividade dos animais. Por ser um material oneroso em diversas regiões e muitas vezes de baixa disponibilidade, a reutilização da cama é uma prática comum no Brasil. No entanto, o material deve passar pelos procedimentos corretos de tratamento para garantir condições sanitárias adequadas ao lote.

A aplicação de aditivos ou condicionadores químicos na cama de frango de corte reutilizada consiste em uma forma rápida e econômica para melhorar sua qualidade física, química e microbiológica e assim, evitar o desprendimento excessivo de gases tóxicos.

### CONCLUSÕES

Os dois principais fatores que basicamente interferem na concentração de amônia no ambiente de criação de frangos de corte são as excretas das aves e a umidade. Portanto, por meio da adoção de práticas de manejo adequadas, como ventilação, manejo da cama, controle da temperatura, umidade e pH, além do uso de aditivos na cama e controle do nitrogênio disponibilizado nas rações, é possível minimizar as emissões do gás no ambiente, de modo a não prejudicar o bem estar dos animais e dos trabalhadores, além de evitar perdas econômicas significativas.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG.

### REFERÊNCIAS

BRANCO, T. **Concentração e emissão de amônia em aviários de frango de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. 119 p.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Iowa State University Press, 1983. 408 p.

DAVID, B.; MEJDELL, C.; MICHEL, V.; LUND, V.; MOE, R. O. Air Quality in Alternative Housing Systems May Have an Impact on Laying Hen Welfare. Part II—Ammonia. **Animals**, v. 5, n. 3, p. 886-896, 2015.

GATES, R. S.; CASEY, K. D.; WHEELER, E. F.; XIN, H.; PESCATORE, A. J. US broiler housing

ammonia emissions inventory. **Atmospheric Environment**, 42(14), 3342-3350, 2008.

HARPER, L. A.; FLESCHE, T. K.; WILSON, J. D. Ammonia emissions from broiler production in the San Joaquin Valley 1. **Poultry science**, 89(9), 1802-1814, 2010.

MILES, D. M.; ROWE, D. E.; CATHCART, T. C. Litter ammonia generation: Moisture content and organic versus inorganic bedding materials. **Poultry science**, 90(6), 1162-1169, 2011.

NIOSH – *National Institute for occupational safety and health*. Versão eletrônica. Disponível em: <http://cdc.gov/niosh/pe188/7664-41.html>. Acesso em: 06.05.2018.

ORO, C.; PRADO GUIRRO, E. C. B. Influência da amônia proveniente da cama aviária sobre o bem-estar de frangos de corte. **Veterinária em Foco**, 12(1), 49-63, 2014.

REGAÇO, M. P. **Sensor de amônia baseado em filmes finos de polianilina para criadouros de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. 79p.

RITZ, C. W.; FAIRCHILD, B. D.; LACY, M. P. Litter quality and broiler performance. **UGA Cooperative Extension**. Bulletin 1267. 2009.

SAMPAIO, C. A. P.; NÄÄS, I. A.; NADER, A. Gases e ruídos em edificações para suínos: aplicação das normas NR-15, CIGR e ACGIH. **Engenharia Agrícola**, 25(1), 10-18. 2005.

SOUSA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; OSÓRIO SARAZ, J. A.; ROCHA, K. S. O.; RAMIREZ, M. A. Saraz method adjustment for the quantification of ammonia emissions generated in opened or hybrid animal production facilities. **Dyna**, 83(195), 61-68. 2016.

## Estudo de Regionalização de Vazão para a Unidade de Gestão de Recursos Hídricos do Rio Piranga (UGRH1)

Sávio Augusto Rocha Pinheiro<sup>1</sup>, Guilherme Barbosa Reis<sup>2</sup>, Micael de Souza Fraga<sup>3</sup>, Demetrius David da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Discente de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. Bolsista do PETEAA. E-mail: savioaugustopinheiro@gmail.com; <sup>2</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola - UFV. Bolsista do CNPq. E-mail: guilherme.eaa.reis@gmail.com; <sup>3</sup>Professor substituto – IFSudeste MG. E-mail: micaelfraga@gmail.com; <sup>4</sup>Professor do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental – UFV. E-mail: demetrius@ufv.br

**RESUMO:** Conhecer a vazão dos cursos d'água se tornou um fator fundamental para gestão de recursos hídricos e alocação de recursos para atividades produtivas importantes. Para o conhecimento da disponibilidade hídrica utiliza-se o procedimento de regionalização de vazão, que por sua vez, usa a precipitação como variável para obtenção das equações. A precipitação pode ser obtida, de forma pontual, conforme fornecida pela Agência Nacional das Águas (ANA), ou espacializada obtida pela plataforma WorldClim (WC). O objetivo do trabalho foi comparar as regionalizações feitas utilizando as duas formas de obtenção de precipitação citadas. Para os dados da ANA e do WC, foi estabelecido um período base de 30 anos de dados para determinar a precipitação média anual. Os dados pontuais da ANA foram interpolados por Krigagem. Considerou-se a Peq 750 como variável e a bacia como sendo uma região hidrologicamente homogênea. Calculou-se as vazões médias e mínimas e as áreas de drenagem para cada estação. Com os dados processados, utilizou-se o software SISCORV para determinar as equações de regionalização. Ambas as bases de dados foram satisfatórias. As equações geradas utilizando os dados da ANA apresentam ajustes levemente superiores, no entanto, a facilidade de obtenção de dados pela plataforma WC configura uma vantagem desta.

**Palavras-Chave:** WorldClim, Krigagem, Estudo Hidrológico.

### INTRODUÇÃO

Conhecer a vazão dos cursos d'água é fundamental para a gestão de recursos hídricos, pois afeta diretamente a alocação de recursos para atividades importantes, tais como

a agricultura e o abastecimento humano (MAHMOOD; JIA, 2019). Logo, a regionalização de vazão tem papel importante, pois permite conhecer a disponibilidade hídrica em qualquer ponto de uma bacia hidrográfica (MOREIRA; DA SILVA, 2014).

Para o procedimento de regionalização de vazão, utiliza-se a precipitação como variável. Esta pode ser obtida por interpolação dos dados das estações pluviométricas (BORGES et al., 2016) e pela obtenção de mapas espacializados (FICK; HIJMANS, 2017).

O objetivo do trabalho foi comparar a regionalização de vazão feita para a Unidade de Gestão de Recursos Hídricos do Piranga (UGRH1), utilizando os dados do WC e do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), o HidroWeb, como forma de obtenção dos dados pluviométricos.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo trata-se da bacia do rio Piranga, uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Rio Doce, localizada no estado de Minas Gerais, conforme apresentado na **(Figura 1)**.

Foram utilizados trinta anos de dados de vazão e precipitação, sendo o período de 1984 a 2014 para os dados da ANA e de 1970 a 2000 para o WC. Os dados de precipitação da ANA, dispostos em 128 postos pluviométricos na bacia do rio Doce, foram interpolados pelo método da Krigagem. A fim de se obter a precipitação média anual na área de estudo, foi realizado um recorte do mapa gerado para a área referente a UGRH1. Como a altura precipitada obtida pelo WC já é espacializada, esse procedimento não foi necessário. Os mapas de precipitação total anual média gerados, podem ser observados na **(Figura 2)**.

Considerou-se a UGRH1 como sendo uma região hidrologicamente homogênea e utilizou-

se a vazão equivalente ao volume total precipitado subtraído de 750 mm (Peq750) como variável (PRUSKI et al., 2013). A Peq 750 é uma variável que engloba área de drenagem e precipitação média na área, conforme (Equação 1).

$$Peq_{750} = \frac{(P-750) \times A}{31536} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

P – Precipitação média (mm);

Peq750 – Vazão equivalente ao volume total precipitado menos 750mm (m<sup>3</sup>/s)

A – Área de drenagem (Km<sup>2</sup>);

Para gerar as equações de regionalização, calculou-se as vazões média e mínimas (Qmld, Q710, Q90, Q95), a Peq750 e a área de drenagem para cada uma das 18 estações fluviométricas na área de estudo. De posse desses dados, utilizou-se o software SISCORV para encontrar os melhores ajustes e coeficientes das equações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o modelo matemático potencial apresentou melhores resultados. As equações de regionalização ajustadas, utilizando os dados de precipitação da ANA (Equações 2, 3, 4 e 5), apresentaram coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,99, 0,95, 0,98 e 0,97 para Qmld, Q710, Q90 e Q95, respectivamente. Utilizando os dados de precipitação do WC (Equações 6, 7, 8 e 9), as equações ajustadas também foram do modelo potencial e apresentaram R<sup>2</sup> de 0,98, 0,94, 0,97 e 0,96 para Qmld, Q710, Q90 e Q95, respectivamente.

ANA:

$$Q_{mld} = 0,873186906727873 * Peq750^{0,974334951283918} \quad (\text{Equação 2})$$

$$Q_{710} = 0,219295926140415 * Peq750^{0,988297286238677} \quad (\text{Equação 3})$$

$$Q_{95} = 0,283396361753349 * Peq750^{0,991826164040709} \quad (\text{Equação 4})$$

$$Q_{90} = 0,332329654100126 * Peq750^{0,987063473728619} \quad (\text{Equação 5})$$

WorldClim:

$$Q_{mld} = 0,849635950187791 * Peq750^{0,990876466994077} \quad (\text{Equação 6})$$

$$Q_{710} = 0,216308191798775 * Peq750^{1,0006259774271} \quad (\text{Equação 7})$$

$$Q_{95} = 0,278373683460842 * Peq750^{1,00550543910505} \quad (\text{Equação 8})$$

$$Q_{90} = 0,325783401290193 * Peq750^{1,0013433029495} \quad (\text{Equação 9})$$

## CONCLUSÕES

Foi possível perceber que, utilizando ambas as bases de dados, obtivemos resultados satisfatórios na UGRH6. Os ajustes obtidos utilizando os dados da ANA foram levemente melhores. Ainda assim, a facilidade de obtenção dos dados de precipitação pela plataforma WC configura uma vantagem dessa ferramenta na execução de um procedimento de regionalização de vazão ou de aplicação prática das equações de regionalização.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao PET.EAA pela concessão das bolsas de estudo.

## REFERÊNCIAS

BORGES, P. DE A. et al. Comparison of spatial interpolation methods for the estimation of precipitation distribution in Distrito Federal, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 123, n. 1–2, p. 335–348, 9 jan. 2016.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302–4315, 1 out. 2017.

MAHMOOD, R.; JIA, S. Assessment of hydro-climatic trends and causes of dramatically declining stream flow to Lake Chad, Africa, using a hydrological approach. **Science of The Total Environment**, v. 675, p. 122–140, 20 jul. 2019.

MOREIRA, M. C.; DA SILVA, D. D. Análise de Métodos para Estimativa das Vazões da Bacia do Rio Paraopeba. 2014.

PRUSKI, F. F. et al. Improved regionalization of streamflow by use of the streamflow equivalent of precipitation as an explanatory variable. **Journal of Hydrology**, v. 476, p. 52–71, 2013.

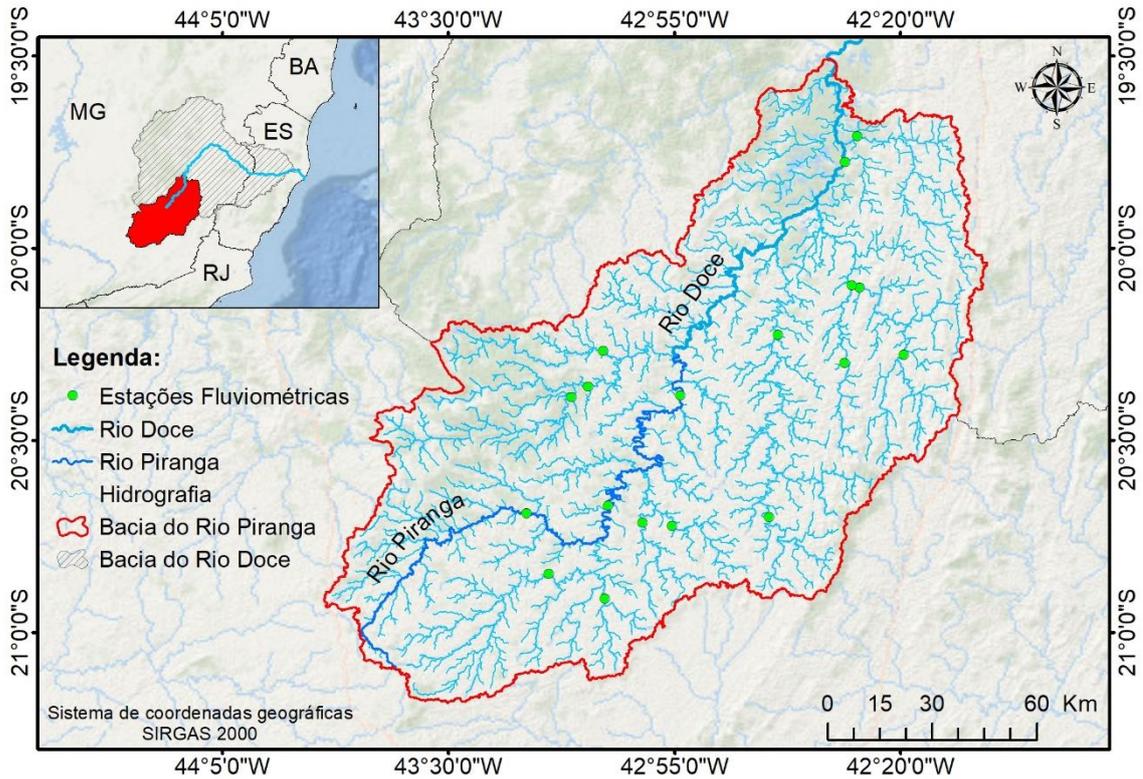


Figura 1. Mapa de localização da UGRH1.

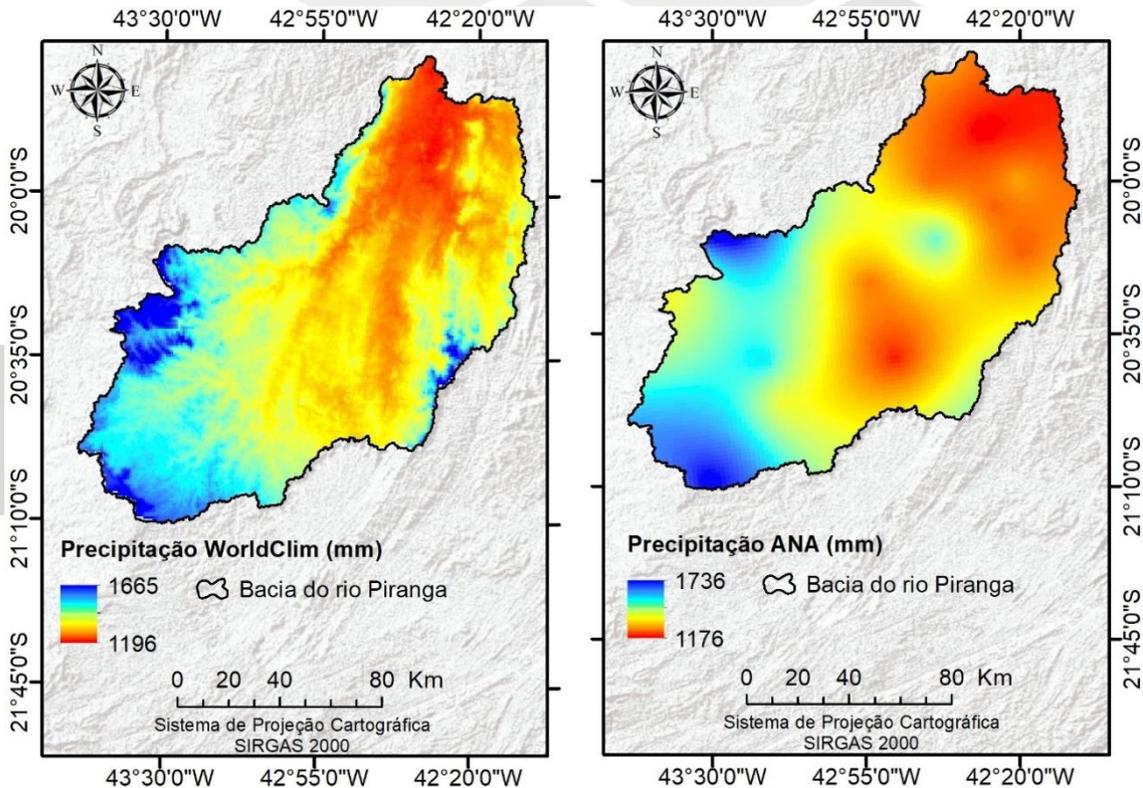


Figura 2. Mapas de precipitação média anual na UGRH1, gerados através dos dados do WC e da ANA.

## GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DOS PRODUTORES RURAIS DO MUNICÍPIO DE PIEDADE DE CARATINGA, MINAS GERAIS

Letícia Guido da Costa<sup>1</sup>, Marcos Alves de Magalhães<sup>2</sup>, Adriana Barbosa Sales Magalhães<sup>3</sup>, Mateus Pelinson Silva Campos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental e Sanitarista . Centro Universitário de Caratinga (UNEC). E-mail: le.guida@gmail.com; <sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: professormarcosmagalhaes@gmail.com; <sup>3</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: adrianabsm@yahoo.com.br; <sup>4</sup>Engenheiro Ambiental e Sanitarista - UNEC. E-mail: mateuspsc.dc@gmail.com

**RESUMO:** Toda e qualquer atividade humana gera resíduos, razão pela qual a preocupação com os impactos socioambientais e econômicos devem ser mitigados. Nesse contexto os esforços para a sua gestão devem ser compatíveis para atender as exigências legais, visto que esses resíduos têm sido gerados de forma contínua e crescente, tanto em quantidades como em diversidade. Esse trabalho avaliou a gestão dos resíduos orgânicos gerados pela agricultura familiar, desenvolvida por produtores rurais ligados a Associação da Agricultura Familiar do Córrego do Lage e Associação dos Produtores Rurais do Córrego Santa Luzia, ambas no município em Piedade de Caratinga, leste de Minas Gerais, inscritas no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), fazem parte da Rede Leste de Banco de Alimentos (RELBA). O instrumento utilizado para coleta das informações foi um questionário semiestruturado. De um total de 104 agricultores familiares 82 foram entrevistados (população da amostra), a maioria declarou que não faz compostagem dos resíduos orgânicos. Foi verificado que o descarte de restos de vegetais é deixado na superfície do solo, potencializando a disseminação de pragas, doenças e sementes de plantas espontâneas, principalmente para lavouras de ciclo curto, como é o caso das hortícolas. O desafio para a atividade hortícola em Piedade de Caratinga seja sustentável, sob a ótica econômica, com equilíbrio ambiental e social, é que ocorram significativas melhorias na gestão dos resíduos, que passa, necessariamente e, pelo suporte a esses produtores que carecem de assistência técnica.

**Palavras-Chave:** compostagem, resíduos orgânicos, RELBA, agricultura familiar

### INTRODUÇÃO

O município de Piedade de Caratinga, localizada na região leste de Minas Gerais, a horticultura é uma atividade agrícola muito importante, tanto pelo aspecto econômico, como pelo aspecto social. Essa atividade é desenvolvida principalmente por produtores da agricultura familiar, cuja produção é comercializada com o governo federal através da RELBA. Se por um lado é enfatizada a importância da atividade, por outro se alerta para o passivo ambiental a ser mitigado, visto que considerável quantidade de resíduos orgânicos é gerada, podendo e devendo receber tratamento adequado pelo processo de compostagem aproveitando restos de culturas.

Em Piedade de Caratinga foi avaliado a gestão dos resíduos orgânicos gerados pelos produtores rurais que fazem parte da RELBA. O aproveitamento dos resíduos orgânicos permitirá ganhos econômicos, ambientais e sociais, reduzindo custo com aquisição de adubo químico, o desenvolvimento de agricultura orgânica, minimiza o risco de poluição dos cursos hídricos, gera oportunidade de empregos e, se constitui numa atividade sustentável, ecologicamente correta, economicamente viável e socialmente justa.

A produção agrícola familiar demanda gastos, em geral com insumos, mesmo usando equipamentos simples ou adaptados, além disso, a estrutura e decisões são baseadas em experiências cotidianas, sujeitas a incertezas e resultados imprevisíveis, associada à inflexibilidade na escolha da cultura que tem como base o histórico familiar e/ou regional. Neste contexto a manutenção da produtividade tende a cair, seja por falta de capital ou conhecimento, visto que os custos flutuam à variação de preço e a instabilidade da oferta

resulta das alterações do clima, intempéries e problemas fitossanitários (DIAS, 2010 apud MARIA, 2013).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Piedade de Caratinga (Figura 1), localizado no Leste Mineiro, mesorregião do Vale do Rio Doce, microrregião de Caratinga, vizinho dos municípios de Caratinga, Ubaporanga e Imbé de Minas (IBGE, 2010).



Figura 1 - Localização do município de Piedade de Caratinga no estado de Minas Gerais

O público alvo, formado por 104 produtores rurais, todos ligados a Associação da Agricultura Familiar do Córrego do Lage e Associação dos Produtores Rurais do Córrego Santa Luzia, ambas no município em Piedade de Caratinga, inscritas no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), fazem parte da RELBA. Foram entrevistados 82 agricultores, tamanho da amostra calculada com base na equação proposta por Barbetta (2007).

O instrumento utilizado para as entrevistas foi um questionário do tipo semiestruturado, onde os produtores rurais discorreram sobre as perguntas de forma livre (RICHARDSON, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os entrevistados 91% declararam que nunca receberam nenhum apoio ou orientação técnica da Secretaria Municipal de Agricultura, da Empresa Estadual de Extensão Rural EMATER ou qualquer órgão de extensão rural de como tratar os resíduos orgânicos. Apenas 9% declararam ter recebido alguma orientação sobre esse tema, sendo citados o Sindicato Rural de Caratinga, a EMATER e a Prefeitura Municipal de Piedade de Caratinga.

Dentre os que declararam terem recebido orientação 79% informaram que não utilizem a prática de compostar os resíduos orgânicos em suas propriedades.

Todos os entrevistados informaram que os restos das lavouras são deixadas no próprio campo sobre o solo, apesar de ser recomendável que sejam tratados pelo processo de compostagem, para promover a mineralização e a higienização dos resíduos, para eliminar os patógenos que podem ser fonte de inóculo para próximas produções.

As hortaliças estão sujeitas a uma série de doenças e pragas que causam danos às plantas. Os microrganismos patogênicos (bactérias, fungos, nematoides e vírus) que causam doenças, quando encontram condições favoráveis, tornam-se muito ativos e as plantas, quando em condições desvantajosas, ficam sujeitas a eles (PERUCH, 2017). Apesar disso a remoção de resto da lavoura não tem sido prática comum entre os produtores rurais de agricultura familiar em Piedade de Caratinga.

A forma como os resíduos orgânicos são geridos altera drasticamente as condições ambientais para o crescimento e a sobrevivência das plantas e microrganismos, pois influencia no desenvolvimento das doenças de plantas, diminuindo ou aumentando a sua intensidade. Quando ocorre redução da doença, normalmente, estão envolvidas algumas das seguintes alterações: aumento das populações de microrganismos benéficos que influenciam o desenvolvimento ou sobrevivência dos microrganismos patogênicos, alterações das propriedades físico-químicas dos solos e produção de substâncias tóxicas (PERUCH, 2017).

Quando questionado sobre desperdícios e perdas em suas produções a maioria estimou em 20% perdas, que podem estar associadas as pragas e doenças contidos nos resíduos orgânicos de restos de lavouras deixadas no solo.

Dentre os resíduos orgânicos mais desperdiçados nas lavouras, as hortaliças folhosas representam 83 %, dentre elas alface, cebolinha, couve, mostarda, repolho, rúcula, salsinha e taioba.

Em Piedade de Caratinga não há uma cadeia de frios no armazenamento até ao transporte do produto, preservando todas as condições de refrigeração de forma a garantir a sua conservação instaladas, o que contribui para que as hortaliças folhosas estraguem mais facilmente. Além disso, as estruturas de

comercialização fazem com que esses produtos demorem a chegar até o consumidor final.

Dentre as demandas apresentadas pelos produtores inscritos no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), a principal foi a realização de cursos de capacitação para tratamento e aproveitamento de resíduos orgânicos e que RELBA seja um instrumento facilitador em que os agricultores tenham, em seus produtos, valor agregado de uma agricultura orgânica.

A gestão adequada de resíduos possibilita ao produtor rural ganhos diretos e indiretos, visto que a produção de composto orgânico proporciona condições físicas, químicas e biológicas mais equilibradas; favorece o hospedeiro e os microrganismos benéficos do solo; reduz a incidência das doenças radiculares; reduz das perdas de umidade; aumenta a infiltração e absorção de água, diminui as temperaturas do solo e protege contra o efeito do impacto das gotas de chuva. Atividades como “Dia de campo”, implantação de unidade demonstrativa de manejo e tratamento de resíduos orgânicos, organização de cursos de capacitação em compostagem, pode promover a compreensão sobre o manejo e monitoramento da qualidade do composto orgânico e gestão adequada de resíduos. Esse conjunto de atividades constitui-se em iniciativas desejáveis para o desenvolvimento de uma agricultura orgânica e sustentável sob o ponto de vista econômico, social e ambiental.

Considerando a forma como os resíduos orgânicos vêm sendo geridos nas propriedades rurais que participam da RELBA e, considerando a percepção ambiental desses produtores, referente ao descarte, coleta e aproveitamento de resíduos orgânicos, propõe-se que os mesmos busquem, por intermédio de suas respectivas Associações, o desenvolvimento de atividades para capacitá-los.

### CONCLUSÕES

A gestão dos resíduos orgânicos dos produtores rurais da RELBA da forma como vem sendo feita é inadequada, sendo negligenciada sob o ponto de vista ambiental, social e econômico. Pode-se afirmar que os mesmos ignoram os riscos sanitários quando desperdiçam restos de lavoura, pois estes são fontes de inóculo de doenças (potencializa a sobrevivência e disseminação dos microrganismos patogênicos) e pragas.

Sendo a horticultura é uma atividade de ciclo

curto e, proporcionalmente grande geradora de resíduo por unidade de área cultivada, descartar resíduos sem tratamento ou não aproveitá-los para compostar constitui-se em perdas, pois há aumento de custos com aquisição de insumo. Os restos de lavoura tratados pelo processo de compostagem permite o uso do produto final como fertilizante orgânico.

### REFERÊNCIAS

#### Livro.

BARBETTA, P.A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 7ª ed. Editora da UFSC, Florianópolis, 2007.

PERUCH, L.A.M. **Doenças e pragas de hortaliças em cultivos orgânicos: princípios e manejo**. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Estação Experimental de Urussanga, 2017.

#### Trabalho em anais

MARIA, L.C.C. Proposta para destino adequado de resíduos provenientes de agroindústria familiar no município de Mesquita/RJ. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais...** Salvador, 2013.

#### Internet

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**\_Piedade de Caratinga. Rio de Janeiro, 2017.

## HOMEOTERMIA E METABOLISMO NA PRODUÇÃO ANIMAL EM REGIÕES DE CLIMA TROPICAL

**Charles Paranhos Oliveira<sup>1</sup>, Fernanda Campos de Sousa<sup>2</sup>, Germán Darío Galvis Sánchez<sup>3</sup>, Matheus Dias Oliveira<sup>4</sup>, Rafaella Resende Andrade<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: charlescpo@gmail.com; <sup>2</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: fernanda.sousal@ufv.br; <sup>3</sup>Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: german.sanchez@ufv.br; <sup>4</sup>Estudante de mestrado em Engenharia Agrícola – UFV. E-mail: matheus.d.oliveira@ufv.br; <sup>5</sup>Estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: rafaella.andrade@ufv.br

**RESUMO:** A adaptação de animais homeotérmicos diante da flutuação da temperatura ambiente pode ser comportamental, fisiológica e metabólica. Por isso tonam-se necessários estudos acerca das respostas metabólicas hormonais de animais de produção. As temperaturas críticas efetivas representam o ponto em que o animal deixa o estado de conforto térmico e passa a apresentar algum mecanismo termoregulatório. A taxa metabólica varia decorrente da secreção de hormônios da tireoide, quando é percebido um estímulo estressor térmico pelo hipotálamo. Assim é importante manter a temperatura do ambiente dentro da na zona de conforto térmico do animal.

**Palavras-Chave:** estresse térmico, temperatura efetiva, termorregulação, tireoide

### INTRODUÇÃO

É previsto um aumento na temperatura global de 0,8 a 2,6 °C até 2050 e para o próximo século de 1,4 a 5,8 °C (IPCC, 2013). Essas mudanças climáticas têm efeito significativo no bem-estar, na saúde e na performance dos animais de produção (Campos et al., 2017). Os efeitos dessas elevadas temperaturas na produção animal em países tropicais, como é caso do Brasil, tornam-se importantes, devido principalmente ao crescente desenvolvimento da pecuária no país (FAO, 2011).

A elevação da temperatura impacta diretamente os animais de produção, pois eles são homeotérmicos, ou seja, têm a capacidade de manter a temperatura do núcleo corporal dentro de um limite estreito de temperatura, que permite às funções vitais permanecerem ativas (Baêta & Souza, 2010). Assim mesmo que a temperatura ambiental flutue, processos que aumentam ou diminuem a temperatura corporal são ativados. Esses processos podem ser

comportamentais, fisiológicos e metabólicos.

Enquanto as respostas comportamentais se referem às trocas de calor de forma sensível e latente com o ambiente, as respostas metabólicas se referem à geração de calor corporal. Assim em ambientes onde predominam situações de estresse calórico, os animais diminuem o seu metabolismo a fim de gerar menos calor para manter a sua homeotermia. Diante disso objetivou-se com essa revisão de literatura fornecer uma visão mais abrangente das respostas metabólicas hormonais de animais de produção diante da variação da temperatura do ar ambiente.

### MATERIAL E MÉTODOS

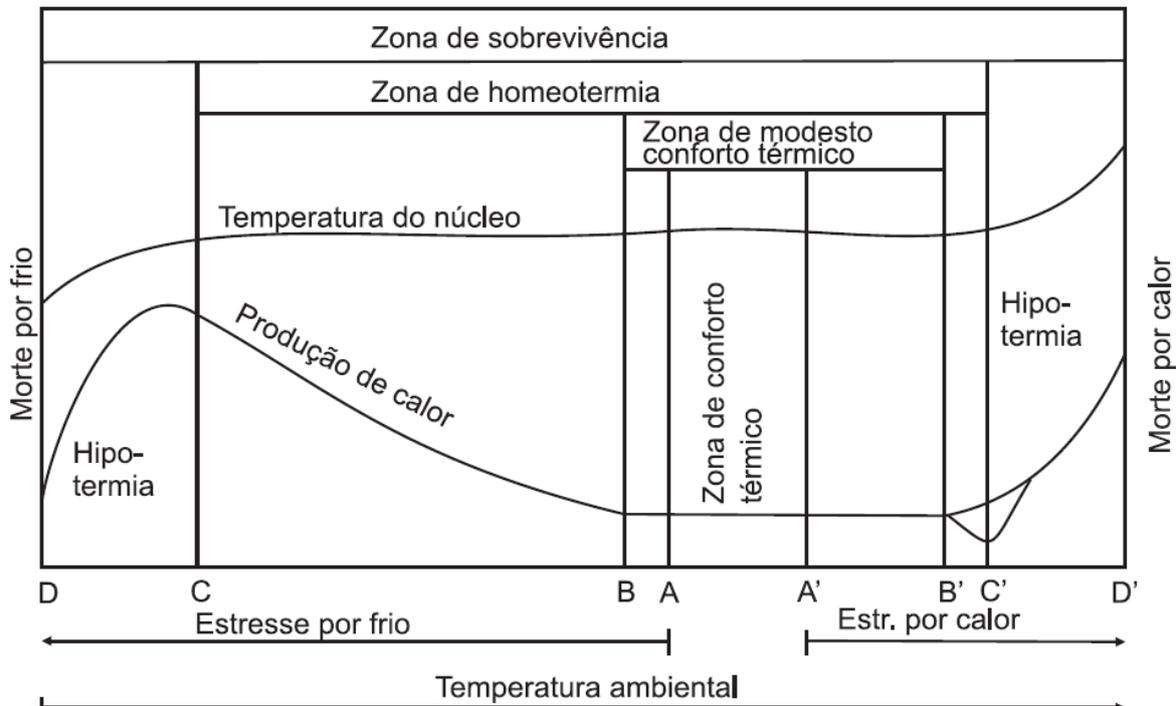
A presente revisão bibliográfica foi desenvolvida a partir de uma busca minuciosa da literatura em artigos científicos, livros e publicações em eventos científicos relativos à estudos sobre homeotermia e metabolismo animal.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Zona de conforto e temperaturas efetivas críticas

O bem-estar animal em relação ao ambiente, é definido pela manutenção da temperatura corporal com reduzido uso de mecanismos termoregulatórios (Baêta & Souza, 2010).

A zona de homeotermia (Figura 1) está inserida na faixa de sobrevivência que é limitada pela morte por hipotermia representada pela letra D, e morte por hipertermia, representada pela letra D'. Dentro da zona homeotérmica encontra-se a zona de conforto que é limitada pelas temperaturas efetivas críticas, superior e inferior,



**Figura 1.** Gráfico da zona de conforto térmico animal e temperaturas ambientais efetivas. Fonte: Baêta & Souza (2010), adaptada de Bianca (1968).

representadas pelas letras B e B', respectivamente.

A temperatura efetiva crítica inferior, representada pela letra B (Figura 1), corresponde a temperatura que caracteriza o início do estresse por frio, onde o animal utiliza de recursos para manter a homeotermia como aumento do consumo de ração, vasoconstrição e piloereção para aumentar o isolamento térmico (Baêta & Souza, 2010). A quantidade maior de nutrientes consumida pelo animal é utilizada como energia metabólica, convertida em calor via aumento do metabolismo.

A temperatura efetiva crítica superior, representada pela letra B', é a temperatura que caracteriza o início do estresse calórico. Nesse caso mecanismos termoregulatórios físicos são acionados como a vasodilatação, sudorese e ofegação (Baêta & Souza, 2010). Com o aumento da temperatura corporal, o metabolismo é reduzido e o consumo de ração diminui, havendo menor quantidade de nutrientes disponíveis para a produção animal.

#### Respostas metabólicas

A matéria prima para a produção de energia é o alimento. O alimento fornece nutrientes que participarão do metabolismo para geração de energia, convertida em produção animal ou para

manutenção de funções vitais. As funções metabólicas aumentam ou diminuem em decorrência do estímulo estressor. Assim animais submetidos ao estresse calórico tendem a diminuir o metabolismo e animais submetidos ao estresse de frio tendem a aumentar o metabolismo.

Em virtude da variação metabólica, os animais apresentam respostas comportamentais como a diminuição ou o aumento do consumo de ração. Renaudeau et al. (2011) observou considerável diminuição no consumo de ração em suínos em terminação com a elevação da temperatura ambiente de 20 °C para 36 °C.

#### Hormônios da tireoide

O aumento e a redução da taxa metabólica relacionam-se com os níveis de hormônios da tireoide, denominados de *triiodotirina* (T3) e *tiroxina* (T4) atuantes no desenvolvimento de ossos e músculos (Macri et al., 2002). A secreção dos hormônios T3 e T4 está intimamente ligada às respostas do estresse térmico, pois o estímulo estressor interfere no hipotálamo que norteia as ações da tireoide (Campos et al. 2017).

O hipotálamo responde diante da diminuição da temperatura abaixo da temperatura efetiva crítica inferior com a

secreção do hormônio *tirotopina-estimulante* (TRH). Ele atua na hipófise induzindo a produção de hormônio estimulante da tireoide (TSH) que induz a tireoide a produzir T3 e T4. Esses atuam na taxa metabólica aumentando a termogênese, utilizando-se de artifícios de desperdício de energia como desacoplamento de fosforilação oxidativa em mitocôndrias (Campos et al. 2017), aumento no consumo de adenosina trifosfato (ATP) para a manutenção de gradientes de íons e aceleração do *turnover* de metabólitos (Silva, 2006).

De modo geral os hormônios da tireoide aumentam o metabolismo e conseqüentemente aumentam a produção de calor. Esse aumento no metabolismo acarreta aumento no consumo de ração que serão usadas para produzir calor e manter a homeotermia sem ganho produtivo.

Animais submetidos ao estresse térmico apresentam menores níveis de hormônios T3 e T4, devido a menor atividade da tireoide. Quando esse ambiente está com temperaturas acima da temperatura efetiva crítica superior, o animal apresenta uma adaptação, ao manter a baixa atividade da tireoide. Com a menor circulação de T3 e T4 no animal, ocorre a diminuição do metabolismo. Uma característica comportamental de estresse calórico animal é a diminuição do consumo de ração que ocasiona menor produtividade animal.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Manter os animais de produção homeotérmicos em ambientes dentro da faixa de conforto térmico é importante por causa do metabolismo animal e do consumo de alimento.

Animais submetidos a situações de estresse calórico sofrem alteração nos hormônios da tireoide como uma forma de resposta adaptativa.

Assim, para garantir melhor produtividade animal é importante manter a temperatura do ambiente dentro da zona de conforto térmico do animal.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento: Capes, CNPq, Fapemig e Funarbe.

### REFERÊNCIAS

BAÊTA, F. C. & SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2ª ed. Viçosa MG: UFV, 2010. 269 p.

CAMPOS, P.H.R.F.; FLOCH, N.L.; NOBLET, J.; RENAudeau, D. Physiological responses of growing pigs to high ambient temperature and/or inflammatory challenges. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 46, n. 6, 2017.

FAO - Food and Agriculture Organization. **FAO Production Yearbook** 2010. FAOSTAT, Rome, Italy. 2010.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2013: **The physical science basis**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2013.

MACRI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária: aplicada a frangos de corte**. 1ª ed. Jaboticabal SP: FAPESP, 2002. 375 p.

SILVA, J. E. Thermogenic mechanisms and their hormonal regulation. **Physiological Reviews**, v. 86, n. 2, pp. 435–464, 2006.

RENAudeau, D.; GOURDINE, J. L. AND ST-PIERRE, N. R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 7, pp. 2220–2230, 2011.

## INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO VEGETAL

**Germán Darío Galvis Sánchez<sup>1</sup>, Fernanda Campos de Sousa<sup>2</sup>, Richard Stephen Gates<sup>3</sup>, Charles Paranhos Oliveira<sup>4</sup>, Matheus Dias Oliveira<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: german.sanchez@ufv.br; <sup>2</sup>Professora Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: fernanda.sousal@ufv.br; <sup>3</sup>Professor Department Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois. E-mail: rsgates@illinois.edu; <sup>4</sup>Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: charlescpo@gmail.com; <sup>5</sup>Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: matheus.d.oliveira@ufv.br

**RESUMO:** Devido a enorme variedade e quantidade de plantas produzidas hoje no mundo sob diferentes condições ambientais, de solo e água torna-se importante realizar estudos de avaliação desses fatores sobre o desempenho produtivo vegetal. Essa revisão de literatura trata dos principais efeitos dos fatores ambientais sobre a produção vegetal. Existe uma forte interação entre o ambiente e o cultivar que induzem a adaptações para o desempenho ótimo dos vegetais sob condições ambientais desfavoráveis. O clima, em termos de temperatura do ar, radiação solar e precipitação afetam significativamente o crescimento vegetal. A estrutura do solo interfere no desenvolvimento das raízes e conseqüentemente na produtividade da cultura. A água, um fator limitante para a produção vegetal, interfere na escolha das áreas a serem cultivadas.

**Palavras-Chave:** agricultura, água, clima, solo

### INTRODUÇÃO

Existem mais de 300.000 espécies e cerca de 1.000.000 cultivares de plantas conhecidas pelo homem. Elas crescem sob diversos habitats que vão desde o ártico até os trópicos e desde abaixo do nível do mar até os cumes das altas montanhas. A relação planta-ambiente é muito complexa porque há muitas interações genótipo-ambiente operando em vários níveis de organização, desde o nível celular até o nível total da planta.

A maioria das plantas cresce em ambientes que são em parte desfavoráveis. Em conseqüência disso, elas passaram a desenvolver sofisticadas adaptações, algumas das quais são únicas no mundo biológico. Isso mostra que existe um grande potencial genético, desempenho esse ainda não

alcançado devido à necessidade de uma melhor adaptação das plantas para os ambientes em que são cultivadas.

A existência de populações nativas sugere que possa ocorrer alta produtividade nos ambientes desfavoráveis e que as possibilidades de melhoria produtiva nesses ambientes são substanciais (Boyer, 1982).

Por isso, tornam-se importantes estudos que abordem os principais fatores ambientais do ar, da água e do solo, que afetam o crescimento e a produtividade vegetal.

### MATERIAL E MÉTODOS

Esta revisão bibliográfica foi desenvolvida a partir de uma busca minuciosa da literatura utilizando como base artigos científicos, livros e publicações em eventos científicos relativos à estudos sobre os fatores ambientais e efeitos sobre culturas vegetais.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Interação cultivar x ambiente

Os cultivares são semelhantes no equilíbrio de recursos como energia, água e nutrientes minerais para manter o crescimento ideal. Existe uma interação cultivar x ambiente, isto é, cultivares reagem de modo diferente ao ambiente e existe interferência mútua entre os fatores ambientais. Essa ação se dá indiretamente através dos níveis hormonais endógenos, principalmente das *giberelinas*, *ácido abscísico* e *citocininas*, assim como pela intensidade fotossintética e taxa respiratória (Matson et al., 1997).

Atualmente, muitas evidências indicam que a maioria dos estímulos ambientais, se não todos, agem, pelo menos em parte, modificando a atividade hormonal e/ou a expressão gênica. Os estímulos ambientais

(luz, teor de umidade do solo, temperatura do ar e do solo) provocam aumento nos níveis de determinados hormônios (ácido abscísico, giberelinas), os quais podem alterar a expressão de genes específicos para uma determinada resposta final. Esta resposta final pode representar uma adaptação ao ambiente, por exemplo, se ocorrer redução no teor de água no solo, a planta fecha os estômatos para reduzir as perdas de água pela transpiração (Giri et al., 2016).

#### Fatores ambientais

Os fatores ambientais que influenciam na agricultura são: condições do terreno, clima, propriedades do solo e da água. A combinação desses quatro fatores ambientais cria condições adequadas para o cultivo das espécies vegetais. Em determinados locais, essas condições são praticamente ideais para a agricultura comercial. Em outros locais, com declives acidentados, solo pobre, falta ou excesso de água no solo, e/ou clima inóspito, a agricultura comercial torna-se não lucrativa, talvez até impossível.

As características inerentes ao terreno, clima, solo e água influenciam não apenas a localização e os tipos de culturas em áreas específicas, mas também as modificações agrícolas necessárias para manter os lucros e o desempenho vegetal. Mudanças induzidas pelo homem na Terra, como aceleração da erosão, acumulação de sais e remoção ou adição de água (drenagem artificial, abastecimento de água para irrigação) também influenciam os tipos de culturas cultivadas e os tipos de modificações implementadas em determinadas áreas (USGS, 2011).

#### Clima

O clima é um fator importante para determinar a localização das culturas e é responsável por muitas das diferenças regionais nos tipos de cultivares. O efeito combinado dos dois fatores climáticos, precipitação e temperatura do ar, no crescimento das culturas é determinado pela latitude, altitude e presença de corpos d'água. As plantas têm requisitos diferentes de quantidade de luz e calor necessários para atingir a maturidade. Para muitas plantas, a taxa de crescimento da emergência até a maturidade depende do acúmulo de quantidades específicas de calor (Fischer et al., 2010).

A temperatura do ar é um fator ambiental determinante no crescimento e no rendimento vegetal. A temperatura ideal para legumes de estação quente está entre 25 e 27 °C, culturas de estação fria/quente entre 20 e 25 °C e estação fria entre 18 e 25 °C. (Bisbis et al., 2017).

Segundo Giri et al. (2016), o efeito combinado de temperaturas elevadas do ar e radiação solar afetam de forma positiva os glucosinolatos, o ácido ascórbico e o conteúdo de luteína de brócolis em estufas. Contudo as temperaturas que excedem os limites têm efeitos nocivos sobre o desenvolvimento das plantas e a qualidade dos produtos, gerando desequilíbrios de nutrientes e hormônios (Chapin III et al., 1987).

Mudanças de temperatura no ambiente exercem um efeito relevante no crescimento e no metabolismo das plantas. Devido à extrema variabilidade das temperaturas do solo e do ar, é difícil estabelecer relações precisas entre os processos da planta e as condições de temperatura no ambiente. Além disso, todas as plantas têm limites de temperatura mínima, ótima e máxima para o seu crescimento.

#### Solo

As terras agrícolas usadas para produção comercial são limitadas tanto pela elevação quanto pela inclinação. Além disso, o terreno afeta indiretamente a formação do solo, modifica o clima e afeta a drenagem e a disponibilidade da água. Encostas íngremes estão sujeitas a perda de solo e nutrientes. Em contraste, terrenos muito planos são propensos a inundações e solos mal drenados (Jordan et al., 2007).

Os solos fornecem a base física para as raízes das culturas e são a principal fonte de nutrientes. São formados por uma combinação do intemperismo das rochas (fonte dos componentes minerais) e da decomposição da vegetação (fonte dos componentes da matéria orgânica). Muitos solos requerem correção física, química e biológica para fornecer condições ideais de crescimento para as plantas (Fisher et al., 2010).

A condição física do solo pode ser considerada sob quatro aspectos diferentes e fundamentais: forma, estabilidade, resistência e vulnerabilidade. A textura do solo exerce grande influência na forma, estabilidade e resistência de sua estrutura, bem como na resposta do solo ao clima, fatores biológicos e manejo (Jordan et al., 2007).

A estrutura do solo afeta o crescimento das plantas, influenciando na distribuição das raízes e na capacidade de absorver água e nutrientes e a infiltração de oxigênio e água. Maior lixiviação de água através do solo reduz a retenção de fertilizantes e seu uso eficiente nas plantas (Franzluebbbers, 2002). Portanto é importante desenvolver práticas aprimoradas para o uso criterioso do solo na agricultura e alterações para maximizar sua eficácia, minimizando os impactos indesejados e externos.

### Água

A quantidade de água disponível no solo para as plantas é controlada pelas características do terreno, do clima e do solo. A disponibilidade de água no solo é o fator limitante para a localização da produção agrícola em muitas áreas. A água no solo vem em grande parte da precipitação, podendo passar por caminhos subterrâneos ou de superfície (USDA, 2010).

Sabe-se que na agricultura, existe grande interesse em produzir mais com menos água, porque a água é um fator limitante em muitas partes do mundo. Os fatores agrônômicos que são afetados pela disponibilidade de água são: a oportunidade de plantar, a uniformidade do estabelecimento, o uso de herbicidas e o papel da safra anterior.

### CONCLUSÕES

Os fatores ambientais afetam a produção vegetal de diferentes formas em diferentes intensidades.

O clima, em termos de temperatura do ar, radiação solar e precipitação afetam significativamente o crescimento vegetal, bem como a estrutura do solo, por interferir no desenvolvimento das raízes.

A disponibilidade de água interfere na determinação das áreas agricultáveis, por ser um fator limitante para a produção vegetal.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento: Capes, CNPq, Fapemig e Funarbe.

### REFERÊNCIAS

BISBIS, M. B.; GRUDA, N.; BLANKE, M. POTENTIAL IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON VEGETABLE PRODUCTION AND PRODUCT QUALITY. **Journal of**

**Cleaner Production**, v. 170, p. 1602-1620, 2017.

BOYER, J. S. PLANT PRODUCTIVITY AND ENVIRONMENT. **Science**, v. 218, p. 443-448, 1982.

CHAPIN III, F. S.; BLOOM, A. J.; FIELD, C. B.; WARING, R. H. PLANT RESPONSES TO MULTIPLE ENVIRONMENTAL FACTORS. **BioScience**, v. 37, p. 49-57, 1987.

FISCHER, R. A.; EDMEADES, G. O. BREEDING AND CEREAL YIELD PROGRESS. **Crop Science**, v. 50, p. 85-98, 2010.

FRANZLUEBBERS, A. J. WATER INFILTRATION AND SOIL STRUCTURE RELATED TO ORGANIC MATTER AND ITS STRATIFICATION WITH DEPTH. **Soil & Tillage Research**, v. 66, p. 197-205, 2002.

GIRI, A.; ARMSTRONG, B.; RAJASHEKAR, C.B. ELEVATED CARBON DIOXIDE LEVEL SUPPRESSES NUTRITIONAL QUALITY OF LETTUCE AND SPINACH. **Journal Plant Science**, v. 7, p. 246-258, 2016.

JORDAN, N.; G. BOODY, W.; BROUSSARD, W. SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL BIO-ECONOMY. **Science**, v. 316, p. 1570-1571, 2007.

MATSON, P.A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J. AGRICULTURAL INTENSIFICATION AND ECOSYSTEM PROPERTIES. **Science**, v. 277, p. 504-508, 1997.

USDA - U.S. Department of Agriculture. Cropland Data Layer: National Agricultural Statistics Service, geospatial data. Disponível em: <<http://www.nass.usda.gov/research/Cropland/SARS1a.htm>> Acesso em 03 de Setembro de 2019.

USGS - U.S. Geological Survey. Environmental factors that influence the location of crop agriculture in the conterminous United States. Disponível em: <<https://pubs.usgs.gov/sir/2011/5108/>>. Acesso em 05 de Setembro de 2019.

## METODOLOGIAS PARA MENSURAÇÃO DA RESPIRAÇÃO DE GRÃOS

Germán Darío Galvis Sánchez<sup>1</sup>, Fernanda Campos de Sousa<sup>2</sup>, Richard Stephen Gates<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Mestrado em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: german.sanchez@ufv.br; <sup>2</sup>Professora Departamento de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: fernanda.sousal@ufv.br; <sup>3</sup>Professor Department Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois. E-mail: rsgates@illinois.edu

**RESUMO:** Devido a enorme necessidade de métodos que ajudem a reduzir as perdas da qualidade de soja após a colheita torna-se importante realizar estudos sobre metodologias que determinem os tempos de armazenamento seguros para grãos. Por isso nessa revisão de literatura são mencionados os principais sistemas para determinação das taxas de respiração de grãos. Os principais sistemas de mensuração de respiração de grãos tipo estático e dinâmico são uma alternativa para a indústria da soja mensurar a taxa de respiração dos grãos. O sistema estático pode ser usado para medições com períodos curtos enquanto os sistemas dinâmicos podem ser usados para períodos mais prolongados. O sistema de medição estático pode ser usado para situações onde o armazenamento é feito em sacos de silo. Por outro lado, o sistema dinâmico é uma alternativa para avaliar e simular o armazenamento em contêineres ventilados.

**Palavras-Chave:** D-GRMS, S-GRMS, soja

### INTRODUÇÃO

O rendimento das culturas é influenciado por diferentes interações. Estes incluem: temperatura, umidade relativa, radiação e precipitação. Esses fatores podem afetar o desenvolvimento relativo da planta. A soja (*Glycine max L. Merr*), é uma leguminosa de grande importância econômica, cultivada sob condições ambientais altamente variáveis, sendo o Brasil o maior exportador, pelo menos até 2018 (USDA, 2018).

A soja é uma cultura conhecida por seus altos teores de proteína e óleo. De acordo com Bezerra et al. (2015) os teores de proteína e soja variam entre percentuais de 30-53% e 13-

28%, respectivamente. Essa cultura é usada principalmente como fonte de alimento e óleo para as pessoas, bem como fonte de proteína para animais, além de produtos para os processos de fabricação industrial.

De acordo com Liu et al. (2011) os grãos de soja são biologicamente ativos respirando depois do processo de colheita e durante todo o processo de armazenamento. Os fatores influenciam nesse processo de deterioração são principalmente umidade e temperatura do ar. Sendo que maiores valores de temperatura e maiores teores de umidade levam a um aumento significativo na respiração e por tanto maior deterioração dos grãos. As principais interações que influem nesse processo entre o grão e o ambiente ao seu redor são físicas, químicas e biológicas.

Para reduzir as perdas devido a diferentes interações (físicas, químicas e biológicas) do grão com o ambiente, especialmente após a colheita, torna-se importante a investigação de sistemas de mensuração da respiração dos grãos e das condições ambientais. Por meio desses dados, pode-se determinar o tempo de armazenamento seguro antes que ocorram perdas ou deterioração da qualidade do grão. Tudo isso representa uma contribuição útil para a segurança alimentar procurada por muitos países, bem como para a indústria da soja, (Sun et al., 2018). Por isso torna-se importante realizar um estudo consistente que trate das principais formas de mensuração da respiração dos grãos.

### MATERIAL E MÉTODOS

A presente revisão bibliográfica foi desenvolvida a partir de uma busca minuciosa da literatura utilizando-se como base artigos científicos, livros e publicações em eventos científicos relativos à metodologias para

mensuração da respiração de grãos, especialmente soja (Figura 1), após a colheita e durante o armazenamento.



**Figura 1.** Planta de Soja. Fonte: Trevisan (2017), adaptado de ilustração de Nestle Hoeg.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem informações limitadas sobre as diferentes taxas de deterioração dos grãos. Por esse motivo, é necessário desenvolver diretrizes para um sistema de armazenamento seguro. E para que o grão possa ser mantido por longos períodos, sem perder sua qualidade, incluindo seu peso e o valor econômico.

USDA (2018) fornece padrões de qualidade para cada produto de grão. No entanto, a classificação da soja é estabelecida apenas em duas classes, amarela e mista, além de grãos danificados, material estranho e grãos com outras cores.

As perdas pós-colheita da soja podem ser medidas e reduzidas conhecendo-se o tempo de armazenamento seguro (MAST). Para cada grão e semente oleaginosa existem diversas combinações de teor de umidade, com temperatura de armazenamento e concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Pereira da Silva, et al., 2017). Dois sistemas típicos são utilizados há muitos anos para as culturas da soja, milho, arroz, além de outros (Kaleta & Górnicki, 2013).

### S-GRMS

O Static Grain Respiration Measurement System (S-GRMS) trata-se de um sistema de medição da respiração estática de grãos. Inicialmente para alguns produtos como canola,

ervilha, arroz e trigo, foram realizados estudos de respiração usando apenas S-GRMS (Pereira da Silva et al., 2017). O processo consiste em colocar os grãos em um recipiente fechado. A concentração de CO<sub>2</sub> é aferida ao longo do tempo usando um cromatógrafo a gás ou um sensor. Esse sistema de medição é recomendado para pequenas quantidades de grãos e para curtos períodos de armazenamento (Jian et al., 2014).

Os produtos gerados na respiração, como o CO<sub>2</sub> e água na forma de vapor (H<sub>2</sub>O) podem aumentar com o tempo. Por isso é importante que a câmara fique vedada hermeticamente para que as medições de CO<sub>2</sub> sejam corretas. Para determinar a concentração de CO<sub>2</sub> pode-se usar um analisador infravermelho, um sensor de pressão ou metodologias absorventes de CO<sub>2</sub> (Salveit, 2016).

Segundo Pereira da Silva et al. (2017), o sistema estático tem a vantagem de ser fácil de implementar. Contudo, esse sistema nunca será completamente equilibrado, devido ao esgotamento de O<sub>2</sub> e acúmulo de CO<sub>2</sub>, além da presença de outros gases, como o etileno e, devido a temperatura. Todos esses fatores em conjunto terão uma influência na taxa de respiração do CO<sub>2</sub>, que tende a aumentar pelo processo de respiração exotérmica.

Portanto, para obter uma medição precisa e evitar o aumento de distúrbios fisiológicos e a suscetibilidade à decomposição, é recomendável usar materiais de boa qualidade, (por exemplo, que permitam vedação hermética), além dos métodos adequados para determinar o CO<sub>2</sub> em curto intervalo de tempo, características essas próprias do sistema S-GRMS (Trevisan, 2017).

### D-GRMS

O Dynamic Grain Respiration Measurement System (D-GRMS) trata-se de um sistema de medição da respiração dinâmica de grãos. Consiste em passar o ar através de um leito de grãos e determinar a diferença nos níveis de CO<sub>2</sub> na entrada e saída ao longo do tempo (Gross et al., 2016). O ar flui continuamente através do grão, fornecendo um suprimento constante de O<sub>2</sub> podendo ser extraídos produtos respiratórios como CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O (Saltveit, 2016).

Pode-se dizer que o D-GRMS simula o armazenamento a granel aerado na cultura da soja. A quantidade e a taxa de CO<sub>2</sub> liberado durante a respiração têm sido usadas no desenvolvimento de padrões de armazenamento (Kaleta e Górnicki 2013).

O sistema dinâmico, quando comparado ao estático, é ideal para operar por períodos prolongados. Porém precisa-se ter cuidado e monitorar constantemente as condições do fluxo de ar para manter o ambiente em equilíbrio quando diferentes testes estão sendo realizados. Além da vantagem do suprimento de ar ser geralmente condicionado aos níveis de umidade relativa, temperatura e O<sub>2</sub>.

Cada sistema de medição é útil para estimar taxas de perdas de matéria seca no armazenamento: estático para sacos de silo e dinâmico para recipientes com aeração (Pereira da Silva et al., 2017).

Segundo Trevisan (2017), embora a literatura forneça informações importantes para esses sistemas de armazenamento hermético; ele sugere em seu estudo que os dados de respiração coletados no D-GRMS seriam mais apropriados para o desenvolvimento das diretrizes do MAST para a cultura da soja; isso avaliando a perda de matéria seca da soja com teor de umidade de 14 a 22% a 35°C, uma vez que a soja é geralmente armazenada a granel.

### CONCLUSÕES

Os sistemas de medição S-GRMS e D-GRMS são uma alternativa para a indústria da soja mensurar a taxa de respiração dos grãos.

O sistema estático (S-GRMS) pode ser usado para medições com períodos curtos enquanto os sistemas dinâmicos (D-GRMS) podem ser usados para períodos mais prolongados.

O sistema de medição S-GRMS pode ser usado para situações onde o armazenamento é feito em sacos de silo. Por outro lado, o sistema D-GRMS é uma alternativa para avaliar e simular o armazenamento em contêineres ventilados.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento: Capes, Fapemig, CNPq e Funarbe.

### REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. R. G. et al. Importância econômica. In: Sedyama, T.; Silva, F.; Borém, A. (Eds.). **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p. 9-26.

GROSS, K.; WANG, C.Y.; SALTVEIT, M. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. In: U.S. Department

of Agriculture. (Ed). **Agricultural Handbook**. 2016. p. 96.

JIAN, F.; CHELLADURAI, V., JAYAS, D. S.; DEMIANYK, C. J.; WHITE, N.D. Interstitial concentrations of carbon dioxide and oxygen in stored canola, soybean, and wheat seeds under various conditions. **Journal of Stored Products Research**. v. 57, p. 63-72. 2014.

KALETA, A.; GRNICKI, K. Criteria of Determination of Safe Grain Storage Time – A Review. In: Grundas, A.; Stępniewski, A. (Ed). **Advances in Agrophysical Research**. Rijeka, Croatia, 2013. p. 296-318.

LIU, D. L.; YANG, Y.; MO, J.; SCOTT, B. J. Simulation of maintenance respiration in wheat (*TRITICUM AESTIVUM* L.) **World Journal of Agricultural Sciences**. v. 7, p. 777-784, 2011.

PEREIRA DA SILVA, A.B., BRANTIS JR, M.J., TREVISAN, L.R., DANAIO, M.G.C., GATES, R.S., & RAUSCH, K.D. Comparison of respiration rates from static and dynamic measurement systems for soybeans at 18% moisture and 35°C. In: ASABE Annual International Meeting, 2017 Spokane, Washington, USA.

SALTVEIT, M. Respiration metabolism. In: U.S. Department of Agriculture. (Ed). **Agricultural Handbook**. p. 68-75, 2016.

SUN, J.; MOONEY, H.; WU, W.; TANG, H.; TONG, Y.; XU, Z.; HUANG, B. Importing food damages domestic environment: evidence from global soybean trade. **Agricultural Sciences**. v. 115, p. 5415-5419, 2018.

TREVISAN, L. R. Evaluating dry matter loss rates of 14 to 22% moisture content soybeans at 35°C using a dynamic grain respiration measurement system. 2017. Disponível em: <<https://elibrary.asabe.org/techpapers.asp=det2018>> Acesso em 10 de Agosto de 2019.

USDA - U.S. Department of Agriculture. Summary Number 02/2018 Soybean Crop Monitoring. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/>> Acesso em 04 de Agosto de 2019.

## RISCOS OCUPACIONAIS DEVIDO À EXPOSIÇÃO À POEIRA NA AVICULTURA DE CORTE

Monique de Oliveira Vilela<sup>1</sup>, Richard S. Gates<sup>2</sup>, Carlos Gutemberg S. Teles Junior<sup>3</sup>, Hiago H. R. Zanetoni<sup>4</sup>, Willian R. Andrade<sup>5</sup>; Karen P. Silva<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Pós graduanda em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: moniqueoliveiravilela@gmail.com; <sup>2</sup>Professor do Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois. E-mail: rsgates@illinois.edu; <sup>3</sup>Pós graduando em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: carlosgutembergjr@hotmail.com; <sup>4</sup>Pós graduando em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: hiagozanetoni@gmail.com; <sup>5</sup>Pós graduando em Nutrição de Produção Animal - USP. E-mail: willian\_rufino\_andrade@hotmail.com; <sup>6</sup>Discente do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental – UFV. E-mail: karen.pereira@ufv.br

**RESUMO:** O manejo da cama é fundamental para evitar problemas com amônia no galpão. Para isso, deve ser realizado regularmente, a fim de que a umidade possa ser controlada e, conseqüentemente, a produção de amônia. Além disso, previne a proliferação de insetos e microrganismos nocivos. Dessa forma, a qualidade do ar em ambientes de produção animal é essencial para o sistema de controle ambiental, tanto no que diz respeito à saúde dos animais quanto a dos trabalhadores. Contudo, sabe-se que a manutenção da cama de frango em aviários de corte gera grande quantidade de material particulado suspenso no ar. Uma das características mais importantes na qualidade da cama de frango é o tamanho das partículas, uma vez que influencia na absorção de umidade e na compactação, bem como na geração de poeira em suspensão, o que pode causar danos à saúde dos trabalhadores e das aves, reduzindo a produtividade de ambos. A poeira é um dos principais componentes presentes na produção avícola, que eleva o risco de incidências de doenças respiratórias adversas. Por isso, o objetivo desta revisão de literatura foi elucidar os riscos aos quais os granjeiros são expostos diariamente durante sua atividade laboral, para que, conhecendo todos esses riscos, sejam tomadas medidas de controle efetivas.

**Palavras-Chave:** material particulado, qualidade do ar, segurança do trabalho

### INTRODUÇÃO

O setor avícola brasileiro tem mostrado grande potencial de crescimento, principalmente pelo desenvolvimento tecnológico, clima favorável e grande extensão territorial, com disponibilidade de terras férteis para produção de insumos agrícolas. A distribuição e o crescimento populacional

também possuem enorme importância na produção agropecuária brasileira. A carne de frango brasileira é considerada uma carne de qualidade, saudável e de menor preço, tornando-se então um produto acessível ao mercado consumidor (Vargas, 2013).

Apesar da importância econômica da avicultura brasileira e do crescimento constante da atividade, são notórios os riscos da exposição do trabalhador à poeira na atividade laboral de manutenção em cama de aviário. Segundo Carvalho et al. (2011), o microambiente de criação das aves é fortemente influenciado por fatores físicos, químicos e biológicos, destacando-se aqueles ligados ao ambiente aéreo, uma vez que interferem na saúde e bem-estar dos animais e trabalhadores.

Em geral, as condições aéreas do ambiente de criação em sistemas intensivos aumentam o potencial de geração de poluentes gasosos. Poeiras e particulados também integram o conjunto de elementos poluentes do ar ao qual trabalhadores rurais e animais em confinamento são mantidos expostos diariamente. Diante disso, o objetivo da presente revisão de literatura foi explanar sobre os riscos da exposição ocupacional à poeira na atividade de manutenção de camas de aviário.

### DESENVOLVIMENTO

No ambiente de criação de frangos de corte encontram-se inúmeros tipos de poeiras orgânicas contendo componentes tóxicos de origem microbiana. Segundo O'Brien et al. (2016), a poeira orgânica originada na avicultura de corte é constituída por ração, excretas, ácido úrico, penas, bactérias e fungos. Assim, é inevitável que exista maiores riscos de problemas pulmonares ou respiratórios àqueles que ficam expostos à poeiras e gases em instalações animais (Isher et al., 2017). De acordo com Rimac et al.

(2009), os trabalhadores da área de produção animal apresentam maior prevalência de sintomas respiratórios adversos do que outros agricultores e habitantes rurais, além de maior sensibilidade e reações alérgicas ao mofo e ácaros do pó que predomina no ambiente aéreo em instalações avícolas.

O Ministério do Trabalho estabelece uma série de normas regulamentadoras relativas à segurança e saúde no trabalho, a fim de preservar os trabalhadores e os empregadores. Segundo a NR-31, norma relacionada à segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura, os riscos de acidentes no ambiente de trabalho podem ser de caráter:

- Mecânico: Riscos que podem levar à contusões, fraturas, perfurações, cortes, escoriações, abrasão, queimaduras térmicas e químicas e choque elétrico.
- Químico: Substâncias ou compostos que podem ser inalados, ingeridos ou absorvidos pela pele e que causam danos ou doenças degenerativas.
- Físico: Fatores físicos como temperatura, umidade, ruído.
- Biológico: Riscos causados pela presença de microrganismos infecciosos, como vírus, fungos e bactérias, que podem gerar doenças.

De fato, dentre os poluentes do ar, o material particulado é de extrema importância em virtude de sua heterogeneidade quanto à composição química e propriedades físicas. Trata-se de um importante indicador da qualidade do ar, que tem sido vinculado a inúmeros problemas de saúde se detectado a altas concentrações (Andrade et al., 2011). Estudos desenvolvidos pela Fundacentro (2009) evidenciam que materiais particulados suspensos no ar, oriundos de vários processos ou condições de trabalho, constituem riscos graves à saúde dos trabalhadores quando não controlados, o que pode levar ao surgimento de doenças respiratórias.

O manejo da cama é fundamental para evitar problemas com amônia no galpão. Portanto, deve ser realizado regularmente a fim de que a umidade possa ser controlada e, conseqüentemente, a produção de amônia. Ainda, auxilia na prevenção da proliferação de insetos e outros microrganismos nocivos. Portanto, é fundamental manter uma boa qualidade do ar nos microambientes de produção animal, tanto para o sistema de controle ambiental, tanto à saúde dos animais e dos trabalhadores, que trabalham de 4 a 8

horas por dia nesses locais (Nääs et al., 2007).

De maneira geral, os trabalhadores rurais estão continuamente expostos a vários riscos de complicações respiratórias no trabalho, visto que exibem as mais altas taxas de asma e sintomas respiratórios quando comparado a outros trabalhadores. A poeira é um dos principais componentes presentes na produção avícola que eleva o risco de incidências de doenças respiratórias adversas (Viegas et al., 2013), geradas devido ao uso de ração farelada e ao manejo da cama, já que é necessário triturar e revolver a cama para quebrar torrões e, assim, evitar problemas de calos no peito e pés dos frangos. Apesar disso, pouca atenção é dispensada pelos trabalhadores e produtores aos cuidados com a própria saúde, pelo fato dos mesmos acreditarem que as poeiras originadas em instalações animais não possuem grandes riscos. Por isso, é comum observar que os mesmos não utilizam equipamentos básicos de proteção, como máscaras respiratórias. A utilização de máscaras panorâmicas é necessária, pois além de proteger da penetração das poeiras nas vias respiratórias, evita o contato com os olhos.

No Brasil, a NR-15, no seu Anexo nº12 (Limites de tolerância para poeiras minerais), fixa limites de exposição para apenas três tipos de poeiras minerais, que são asbesto, sílica livre cristalizada, manganês e seus compostos. Para os casos não considerados nesta norma, na NR-09 (Programa de prevenção de riscos ambientais), regulamentada pela Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994, é estabelecido o limite de exposição estabelecido pela ACGIH, apesar destes limites terem sido determinados apenas para utilização como guias ou recomendações.

É de extrema importância conhecer o tamanho e os efeitos das partículas para que sejam tomadas medidas de controle efetivas. A **tabela 1** sintetiza a classificação das partículas pelo tamanho, área de deposição e as doenças que podem surgir devido à exposição do trabalhador à poeira.

**Tabela 1.** Classificação dos tipos de poeira com base em seu tamanho e relação com a saúde humana.

Tipo	Tamanho	Área Comprometida	Doenças Relacionadas
Inaláveis	< 100 $\mu\text{m}$	Vias aéreas superiores, nariz, boca, nasofaringe, orofaringe,	Irritação do septo nasal, faringe e laringe,

		laringofaringe, laringe	câncer de faringe e laringe
Torácicas	< 25 µm	Região traqueobron- quial: traquéia, brônqu coastos, bronquíolos (bronquíolos terminais)	Broncocons- trição, bronquite crônica, câncer bronquial
Respiráveis	< 10 µm	Região de troca de gases: bronquíolos respiratórios, dutos alveolares, sacos alveolares, alvéolos	Pneumoco- nioses, enfisema, alveolite, câncer pulmonar

Fonte: ACGIH, 2001.

## CONCLUSÕES

Do ponto de vista da saúde ocupacional, as poeiras geradas no microambiente de criação de frangos de corte possuem grande relevância pois, dependendo do seu tamanho, podem alcançar e depositar-se nos alvéolos pulmonares. Ainda, estes elementos podem absorver gases e líquidos, além de transportarem vírus e bactérias, sendo potenciais causadores de problemas respiratórios em pessoas que trabalham com animais confinados, principalmente em aviários. Apesar dos riscos, pouca atenção é dada, por parte dos trabalhadores, aos cuidados com a própria saúde.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG.

## REFERÊNCIAS

ACGIH - American conference of governmental industrial hygienists. TLV for benzene: CAS number: 71-43-2. Cincinnati, USA: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2001.

ANDRADE, S.; ANJOS, J.; e GUARIEIRO, L. Concentração de material particulado atmosférico (MP10 e MP2,5) em duas regiões distintas da Bahia: uma estação de ônibus e uma ilha. 34a **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Florianópolis/SC, p.36, 2011.

CARVALHO, C. D. C.; SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MINETTE, L. J. Segurança, saúde e ergonomia de trabalhadores em galpões de frangos de corte equipados com diferentes sistemas

de abastecimento de ração. **Engenharia Agrícola**, 31(3), 438-447, 2011.

FUNDACENTRO. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma de Higiene Ocupacional 08 – Procedimento Técnico. Coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho. São Paulo, 2009.

NÄÄS, I. D. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. D. S.; MOURA, D. J. D. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, 2007.

NORMA REGULAMENTADORA. NR - 09. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr09.htm>. Acesso em 23 de agosto de 2018.

NORMA REGULAMENTADORA. NR - 15. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15.htm>. Acesso em 23 de agosto de 2018.

NORMA REGULAMENTADORA. NR - 31. Disponível em: <http://www.normaregulamentadora.com.br/2008/06/06/nr-31>. Acesso em 23 de agosto de 2018.

O'BRIEN, K. M.; CHIMENTI, M. S.; FARNELL, M.; TABLER, T.; BAIR, T.; BRAY, J. L.; NONNENMANN, M. W. High throughput genomic sequencing of bioaerosols in broiler chicken production facilities. **Microbial biotechnology**, 9(6), 782-791, 2016.

RIMAC, D.; MACAN, J.; VARNAI, V. M.; VUČEMILO, M.; MATKOVIĆ, K.; PRESTER, L., ... PAVIČIĆ, I. Exposure to poultry dust and health effects in poultry workers: impact of mould and mite allergens. **International archives of occupational and environmental health**, 83(1), 9-19, 2009.

SAMPAIO, C. A. D. P.; NÄÄS, I. D. A.; NADER, A. Gases e ruídos em edificações para suínos: aplicação das normas NR-15, CIGR e ACGIH. **Engenharia Agrícola**, 2005.

VARGAS, G. D. A. **A economia da soja: vantagens e desvantagens da transgenia no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Econômicas). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013. 68 p.

VIEGAS, S.; FAÍSCA, V. M.; DIAS, H.; CLÉRIGO, A.; CAROLINO, E.; VIEGAS, C. Occupational exposure to poultry dust and effects on the respiratory system in workers. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 76, n. 4-5, p. 230-239, 2013.

## SIMULAÇÃO DA RECEPÇÃO DE FRANGOS PARA O ABATE

Talissa de Fátima Pereira Ireno<sup>1</sup>, Douglas Cezar Ebert<sup>2</sup>, Luís César da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. Bolsista do PET.EAA. E-mail: talissaireno@gmail.com;

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Agrícola - UNIOESTE. E-mail: douglas.ebert@ibest.com.br; <sup>3</sup>Professor do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. E-mail: silvaluisc@ufv.br

**RESUMO:** Em matadouro-frigoríficos são realizadas operações unitárias segundo uma lógica operacional visando à obtenção e processamento de carne. Especificamente, em abatedouros de frangos o setor de recepção conta com balança rodoviária e plataformas de descanso e de descarga. As plataformas de descanso são climatizadas para reduzir o estresse das aves decorrente do transporte. Em sequência, os caminhões são direcionados às plataformas de descarga onde as gaiolas são descarregadas em esteiras e conduzidas ao setor de pendura. Com o objetivo de simular a dinâmica do setor recepção em um abatedouro foi implementado um modelo computacional empregando a linguagem de simulação EXTEND™. Os cenários simulados referem à recepção para abate de 150.000 aves, em que, o número de plataformas de descanso foi alterado em 3, 5, 7 e 9, e o número de plataformas de descarga foi fixado em três. Dentre os cenários avaliados o correspondente a nove plataformas trata-se da melhor configuração, pois não ocorreu excedente de veículos estacionados no setor de recepção. Desse modo, é recomendado que o setor de recepção disponha de nove plataformas de descanso e três de descarga.

**Palavras-Chave:** EXTEND™, matadouro-frigorífico, plataforma de descanso.

### INTRODUÇÃO

A criação de frangos de corte, em escala industrial, é um dos setores que mais obteve progresso no Brasil. A carne de frango é a mais consumida nacionalmente e a segunda mundialmente (Belusso & Hespanhol, 2010).

Segundo EBERT et al. (2009) o abate, geralmente, envolve as seguintes etapas: recepção, pendura, insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem, separação de pés e cabeça, evisceração, lavagem, pré-resfriamento, gotejamento, classificação e embalagem.

Na recepção os caminhões carregados com as aves são pesados e direcionados

inicialmente às plataformas de descanso com os objetivos de reduzir o estresse das aves e aguardar o encaminhamento às plataformas de descarga, onde, as gaiolas retiradas dos caminhões são conduzidas por meio de esteiras ao setor de pendura (Soares, 2009).

De acordo com EMBRAPA (2007) o manejo das aves desde a captura até a pendura trata-se de um dos pontos críticos quanto a obtenção de carne de frangos, por influenciar as condenações por fraturas e arranhaduras na carcaça, além da disseminação dos agentes patogênicos.

Desde modo, tomando por foco a configuração do setor de recepção em matadouro-frigoríficos, foi implementado um modelo computacional para simular a dinâmica de recepção de frangos e definir a melhor configuração quanto ao número de plataformas de descanso de uma unidade de abate no estado do Paraná.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foi implementado um modelo computacional para simular a dinâmica operacional do setor de recepção em um matadouro-frigorífico de frangos localizado no estado do Paraná, empregando a linguagem de simulação EXTEND™.

O modelo é constituído de seis blocos denominados: Plano de Abate, Recepção, Plataforma de descanso, Descarga, Matadouro e Caminhões Vazios, os quais estão interligados conforme figura 1.

Na implementação do modelo foram priorizadas as movimentações de cargas de frangos vivos, considerando-se: (a) o plano de abate, (b) a recepção, (c) a retenção dos frangos na plataforma de descanso e (d) a descarga dos caminhões.

Os cenários avaliados referem à recepção de 150.000 aves para o abate por turno, em que, foi comparado a configuração do setor de recepção, especificamente, quanto ao número de plataformas de descanso 3, 5, 7 e 9. O número de plataformas de descarga foi fixado em três.



**Figura 1.** Janela de diálogo do modelo computacional. (Autores).

Para as simulações foram estabelecidos os seguintes parâmetros: (a) as cargas de frangos vivos foram transportadas por caminhões tipo trucado, com capacidade de 10,0 a 14,0 t, tara de 9,0 t, peso bruto total máximo 23,0 t e comprimento de 14,0 metros (DNI, 2019); (b) o número de frangos por caminhão variou de 5.000 a 6.000; (c) o peso das aves variou de 1,3 a 1,7 kg, (d) o tempo de permanência na plataforma de descanso variou de 2 a 40

minutos; e (e) o tempo de descarga variou de 50 a 60 min. As variáveis aleatórias número de frangos por caminhão, tempo de permanência na plataforma de descanso e tempo de descarga foram introduzidas no modelo empregando a distribuição triangular. Quanto a configuração do matadouro-frigorífico, foram consideradas três linhas de abate, cada uma com capacidade de processamento de 8.000 aves.h<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores simulados ao empregar o modelo implementado. Os valores para cada cenário referem a cinco replicações, o que foi necessário por se tratar de um modelo estocástico. Desse modo, para cada um dos cenários são apresentados os valores máximos, médios, mínimos e desvios padrão.

**Tabela 1.** Valores simulados para os cenários referentes aos números de plataformas de descanso.

<b>Cenário I – Três Plataformas de Descanso</b>			
Valores	Tempo de operação do setor de recepção (h)	Nº excedente de veículos	Peso líquido das cargas recebidas(kg)
Máximo	8,69	7	227354
Médio	8,50	6	225285
Mínimo	8,14	5	223687
Desvio Padrão	0,19	0,63	1291,7
<b>Cenário II - Cinco Plataformas de Descanso</b>			
Valores	Tempo de operação do setor de recepção (h)	Nº excedente de veículos	Peso líquido das cargas recebidas(kg)
Máximo	8,69	5,0	232283
Médio	8,44	4,2	225030
Mínimo	7,99	4,0	220334
Desvio Padrão	0,28	0,4	4037,2
<b>Cenário III - Sete Plataformas de Descanso</b>			
	Funcionamento do setor de recepção (h)	Nº excedente de veículos	Peso líquido da carga recebida(kg)
Máximo	8,75	3,0	228994
Média	8,69	0,0 ??	225671
Mínimo	8,62	1,0	222833
Desvio Padrão	0,49	0,9	2132,3
<b>Cenário IV - Nove Plataformas de Descanso</b>			
	Funcionamento do setor de recepção (h)	Nº excedente de veículos	Peso líquido da carga recebida(kg)
Máximo	8,49	1	226868
Médio	8,21	0,2	225091
Mínimo	7,85	0	222948
Desvio Padrão	0,490	0,4	1256,7

Conforme pode ser observado na tabela 1,

o aumento do número de plataformas de descanso reduziu o número de veículos excedentes no setor de recepção.

O Cenário I, apresentou a situação mais crítica, em que, foi constatado o número de veículos excedentes variando entre 5 a 7, o que demonstra o dimensionamento inadequado do setor de recepção.

Quanto ao Cenário IV, este foi o que apresentou condição próxima ao ideal, sendo que na pior ocorrência poderá haver no máximo um veículo excedente no setor de recepção.

Em relação ao funcionamento do setor de recepção o Cenário IV foi o que apresentou o menor tempo de operação do setor para a recepção de 150.000 frangos por turno.

### CONCLUSÕES

De acordo com as análises procedidas, conclui-se que o Cenário IV foi o mais adequado para o recebimento de 150.000 aves por turno, sendo recomendada a configuração de nove plataformas de descanso e três plataformas de descarga.

### REFERÊNCIAS

BELUSSO, D. & HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percorso**, 2(1):25-51, 2010.

DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Disponível em <<http://www1.dnit.gov.br/Pesagem/qfv%20pdf.pdf>>. Acesso em 17 de setembro de 2019.

EBERT, D. C et al. **Simulação da Dinâmica Operacional de um processo industrial de abate de aves**. 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel – PR. 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Recomendações técnicas para a produção, abate, processamento e comercialização de frangos de corte coloniais**. Disponível em <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/frangos/preparo.htm>>. Acesso em 16 de setembro de 2019.

SOARES, G. C. V. **Estudo das variáveis relacionadas ao processo de escaldagem e depenagem e suas respectivas influências na qualidade do produto**. 2009. 61 f. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## SOFTWARE PARA ESTIMAR O IMPACTO DO ESTRESSE POR CALOR SOBRE O DESEMPENHO DE BOVINOS LEITEIROS

**Carlos Gutemberg de S. T. Jr.<sup>1</sup>, Richard S. Gates<sup>2</sup>, Cecília de F. F. Souza<sup>3</sup>,  
 Monique de O. Vilela<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – UFV. e-mail: carlosgutembergjr@hotmail.com;

<sup>2</sup>Professor do Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois. e-mail: rsgates@illinois.edu;

<sup>3</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. e-mail: cfsouza@ufv.br; <sup>4</sup>Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – UFV. e-mail: monique.vilela@ufv.br

**RESUMO:** O objetivo do presente estudo consiste em desenvolver uma ferramenta computacional para caracterizar com base no valor do Índice de Temperatura e Umidade, o ambiente térmico de criação de bovinos leiteiros e avaliar o impacto do estresse térmico sobre o seu desempenho produtivo. O programa computacional para a predição do ambiente térmico de criação e determinação da influência do estresse por calor sobre a produtividade de vacas leiteira (Ambi+Leite) foi desenvolvido usando a linguagem de programação C# no ambiente de desenvolvimento Integrado (IDE) Microsoft Visual C# 2010 Express. Para o teste do programa considerou-se o seguinte cenário: temperatura do ar 29°C, umidade relativa do ar 65% e potencial de produção de leite em condição de termoneutralidade 20kg/vaca/dia. A predição do ambiente térmico realizada considerando as condições de simulação indica que os animais estão submetidos a uma condição de estresse por calor moderado, com ITU igual a 78,34. Nessa condição verificou-se uma queda de aproximadamente 14,85% na produção de leite e uma redução na ingestão de alimentos de 2,4kg/vaca/dia. O programa computacional desenvolvido mostra-se como uma ferramenta prática para ajudar o produtor na tomada de decisões.

**Palavras-Chave:** ambiente térmico, bovinocultura, zootecnia de precisão

### INTRODUÇÃO

Saber como os fatores ambientais influenciam o bem-estar e o desempenho dos animais é crucial para o sucesso da produção, onde o uso de algumas ferramentas de informática pode ajudar no diagnóstico rápido e preciso da interação animal x ambiente.

Com base no exposto o objetivo do presente trabalho consiste em desenvolver uma ferramenta computacional para caracterizar com base no valor do Índice de Temperatura e Umidade, o ambiente térmico de criação de bovinos leiteiros e avaliar o impacto do estresse térmico sobre o seu desempenho produtivo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O programa computacional para a predição do ambiente térmico de criação e determinação da influência do estresse por calor sobre a produtividade de vacas leiteira (Ambi+Leite) foi desenvolvido usando a linguagem de programação C# no ambiente de desenvolvimento Integrado (IDE) Microsoft Visual C# 2010 Express.

O ambiente térmico de criação dos animais foi classificado com base no valor do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), calculado com base nos dados de entrada (temperatura e umidade relativa do ar) por meio da Equação (1), proposta por Buffington et al. (1982):

$$ITU = 0,8 \times T_{ar} + \frac{UR \times (T_{ar} - 14,3)}{100} + 46,3 \quad (1)$$

Onde: ITU – Índice de Temperatura e Umidade; UR – Umidade Relativa do ar (%) e Tar – Temperatura do ar (°C).

O ambiente térmico foi classificado de acordo com o valor do ITU calculado, seguindo a orientação de Armstrong (1994), conforme mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação do ambiente térmico com base no valor do Índice de Temperatura e Umidade

Classificação do ambiente	Faixa de valor do ITU
Conforto Térmico	<72
Estresse Brando	72 – 78
Estresse Moderado	79 – 88
Estresse Severo	>88

Após a caracterização e avaliação do ambiente térmico com base no valor do ITU, caso os animais estejam em condição de estresse por calor, o próximo passo consiste em avaliar a influência do estresse térmico no desempenho produtivo dos mesmos. Para isso foram estimativas o declínio na produção de leite e na ingestão de alimentos em função do valor do ITU calculado, com base nas Equações (2) e (3) propostas por Hahn (1993) e Hahn e Osburn (1969) respectivamente.

$$DPL = -1,075 - 1,736 \times NP + 0,02474 \times ITU \times NP \quad (2)$$

Onde: DPL – Declínio na produção de leite (kg/vaca/dia); NP – Nível de produção normal (kg/vaca/dia); ITU – Índice de Temperatura e Umidade.

$$RIA = -28,23 + 0,391 \times ITU \quad (3)$$

Onde: RIA – Redução na ingestão de alimentos (kg/vaca/dia);

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interface gráfica do programa é dividida basicamente em três janelas, sendo a primeira delas apresentada na Figura 1, uma janela inicial, de inicialização do programa, a partir da qual é aberta a janela principal (Figura 2), onde é feita a entrada de dados e o processamento para o cálculo do ITU, classificação do ambiente térmico e estimativa da influência do estresse por calor sobre o desempenho dos animais. A janela 3 (Figura 3) é uma janela de informação, trazendo uma apresentação mais detalhada do software desenvolvido.



**Figura 1.** Janela de abertura do programa.



**Figura 2.** Janela principal do programa.



**Figura 3.** Janela de informação do programa.

Para o teste do programa considerou-se o seguinte cenário: temperatura do ar 29°C, umidade relativa do ar 65% e potencial de produção de leite em condição de termoneutralidade 20kg.vaca<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>. E o resultado da simulação pode ser visto na Figura 4.



**Figura 4.** Resultado da simulação no programa.

A predição do ambiente térmico realizada considerando as condições de entrada informadas no programa (Temperatura e umidade relativa do ar) indica que os animais estão submetidos a uma condição de estresse por calor moderado, com ITU igual a 78,34.

Considerando que, em condição de termoneutralidade, o gado leiteiro possui uma potencial produção de leite de  $20\text{kg.vaca}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ , observou-se que, na condição térmica simulada, os animais apresentaram redução de aproximadamente 14,85% em seu potencial leite de produção ( $2,97\text{kg.vaca}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ). Este resultado é condizente com o que foi encontrado por Oliveira et al. (2013), que observaram uma redução de 15% na produção de leite em bovinos com produção potencial de  $20\text{kg.dia}^{-1}$  submetidos a estresse leve por calor. Na condição de estresse térmico simulado, verificou-se que os animais apresentaram redução de ingestão alimentar de aproximadamente  $2,4\text{kg.dia}^{-1}$ . Porcionatto et al. (2009), afirmam que esta redução na ingestão de alimentos é a principal causa da redução na produção de leite das vacas em estresse por calor.

## CONCLUSÕES

O programa computacional desenvolvido mostra-se como uma ferramenta prática para ajudar o produtor na tomada de decisões, ajudando na avaliação do ambiente térmico e do efeito do estresse térmico no desempenho produtivo dos animais, ajudando a melhorar o gerenciamento de sua produção.

## AGRADECIMENTOS

A Capes, CNPq, FAPEMIG, Departamento de Engenharia Agrícola/UFV, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola/UFV, Universidade de Illinois.

## REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, 77, 2044-2050. 1994.

BUFFINGTON, D.E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shed management systems to reduce heat stress for dairy cows. **St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers**, 16 p. (Paper 82-4061). 1982.

HAHN, G. L. **Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados**. Jaboticabal: FUNEP, 28p. 1993.

HAHN, G. L.; OSBURN, D. D. Feasibility of Summer environmental control for dairy cattle based on expected production losses. **Transactions of the ASAE**. 12 (4): 0448-0451. (doi:10.13031/2013.38862). 1969.

OLIVEIRA, E. C.; DELGADO, R. C.; ROSA, S. R., SOUSA, P. J. O. P.; NEVES, L. O. Efeitos do estresse térmico sobre a produção de bovinos de leite no município de Marilândia-ES. **Enciclopédia Biosfera**, 9 (16), 913 – 921. 2013.

PORCIONATO, M. A. F.; FERNANDES, A. M.; NETTO, A. S.; SANTOS, M. V. Influencia do estresse calórico na produção e qualidade do leite. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, 7 (4), 483-490. ISSN: 0103-989X. 2009.

## TEMPERATURA INTERNA DA CAMA EM SISTEMA DE CONFINAMENTO *COMPOST BARN* CLIMATIZADO

Rafaella Resende Andrade<sup>1</sup>, Ilda de F. Ferreira Tinôco<sup>2</sup>, Flavio Alves Damasceno<sup>3</sup>, Guilherme de Souza Laud<sup>4</sup>, Desirée Valente<sup>5</sup>, Carlos Gutemberg de Souza Teles Júnior<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: rafaella.andrade@ufv.br; <sup>2</sup>Professora Titular Voluntária do curso de Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: iftinoco@hotmail.com; <sup>3</sup>Professor do Curso de Engenharia Agrícola - UFLA. E-mail: flavio.damasceno@ufla.br; <sup>4</sup>Discente de graduação em Zootecnia - UFV. E-mail: guilhermelaud@gmail.com; <sup>5</sup>Discente de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. E-mail: desireeagvalente@gmail.com; <sup>6</sup>Doutorando em Engenharia Agrícola - UFV. E-mail: carlosgutembergjr@hotmail.com

**RESUMO:** O sistema de produção de bovinos de leite denominado *Compost Barn* consiste em se confinar os animais em alojamento contendo em seu interior, área de repouso cujo piso (geralmente em terra batida) recebe uma cama de substrato vegetal que tem por finalidade principal absorver as excretas animais e formar composto de fermentação aeróbica. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o ambiente térmico e caracterizar a distribuição espacial da temperatura interna da cama de uma instalação *Compost Barn* climatizada. O estudo foi realizado, no mês de julho de 2019, em galpão *Compost Barn* localizado no município de Cajuri/MG. Foram avaliadas as variáveis: temperatura e umidade relativa do ar e a temperatura interna da cama. A caracterização do ambiente térmico foi realizada por meio de análise descritiva. A variabilidade da temperatura interna da cama foi apresentada através de mapas térmicos. Em relação ao ambiente térmico verificou-se que a temperatura do ar se manteve dentro da zona de conforto, porém, a umidade relativa do ar, em determinadas horas do dia, estiveram acima dos limiares desejáveis. Os mapas térmicos demonstraram uma variabilidade da temperatura interna da cama em diferentes regiões do abrigo, sendo que a região central apresentou temperaturas mais elevadas em comparação às extremidades.

**Palavras-Chave:** bovinos de leite, compostagem, confinamento, túnel de vento

### INTRODUÇÃO

O sistema de produção de bovinos de leite denominado *Compost Barn* (CB) disponibiliza no interior do abrigo uma área de "cama" onde

os animais circulam livremente. O sucesso da instalação CB depende principalmente do seu manejo adequado para que o processo de compostagem seja eficiente.

Esta "cama" deve ser revolvida, no mínimo, duas vezes ao dia, garantindo sua principal particularidade, que é a ocorrência do processo de compostagem aeróbica do substrato componente, compostagem esta a qual é induzida pela constante homogeneização dos dejetos animais associados à aeração da cama orgânica (Bewley et al., 2013).

A compostagem adequada faz com que a temperatura da cama aumente e diminua a umidade, elevando assim a taxa de secagem do composto (Bewley et al., 2013). Para que aconteça uma compostagem eficaz, a temperatura interna da cama recomendada, nas profundidades de 15-30 cm, deve variar de 43,3 a 60,0 °C para valores de umidade relativa de 40 a 60% (Black et al., 2013).

Com base no exposto, pode-se considerar que o sistema CB apresenta elevado potencial para a boa performance na criação de vacas leiteiras. Entretanto, ainda é escasso na literatura, informações sobre os aspectos relacionados à cama utilizada no sistema, especialmente em regiões de clima tropical e sub-tropical, como é o caso do Brasil, e nas condições construtivas que vem sendo praticadas no país.

Assim, tendo em vista o crescente surgimento de interesse de produtores brasileiros em utilizar o sistema CB, justifica-se a presente pesquisa, que visou avaliar o ambiente térmico e analisar a variabilidade espacial da temperatura interna da cama no novo modelo de confinamento CB. Para tanto, as variáveis foram avaliadas em instalação

CB, com ventilação negativa em modo túnel associada ao resfriamento evaporativo.

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em instalação CB, totalmente fechada e munida com sistema de ventilação negativa em modo túnel. O CB está localizado no município de Cajuri - MG, a 670 m de altitude, latitude 20° 46' 41"S e longitude 42° 48' 57"W. O galpão está orientado no sentido Noroeste-Sudeste, com dimensões de aproximadamente 55 m de comprimento, 26,2 m de largura e 5 m de pé direito, cobertura de telhas de aço galvanizado. Apresenta fechamento de cortina, defletores e ventilação em modo túnel associada ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo (placas de celulose).

O sistema de resfriamento é acionado quando a temperatura do ar (T) interna do galpão atinge valores acima de 21°C e umidade relativa do ar (UR) abaixo de 75%. A instalação apresenta cinco exaustores (BigFan®, diâmetro de 3,5 m, volume de ar de 15000 m<sup>3</sup>/h e potência de 2,0 HP) que ficam ligados continuamente.

O galpão aloja a densidade de 10 m<sup>2</sup>/vaca na fase de lactação e são de raça holandesa. Apresenta cama constituída de maravalha e casca de café com espessura de aproximadamente 0,60 m. O revolvimento da cama foi realizado duas vezes ao dia.

A caracterização do ambiente térmico foi feita através de sensores distribuídos na região da cama, para tanto se utilizou Data Loggers da marca Onset® HOBO UX100-003.

Para a análise da temperatura da cama na profundidade de 20 cm (TP), essa área foi dividida em malhas de 45 pontos equidistantes, distribuídos ao longo de toda a região da cama. Os dados foram coletados durante o inverno, no mês de julho de 2019, em dois períodos (antes e após o revolvimento da cama).

A TP foi determinada através de termômetro digital do tipo espeto, modelo AMT-300, que foi introduzido na cama por um período de um minuto ou até que a temperatura estabilizasse.

Para a caracterização do ambiente térmico foi realizada uma análise descritiva, composta de média e erro-padrão. A partir dos dados coletados da TP foram gerados mapas descritores da temperatura interna da cama, para tanto utilizou-se como ferramenta o software SigmaPlot 12.0.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se apresentados, na **tabela 1** os valores de T e UR.

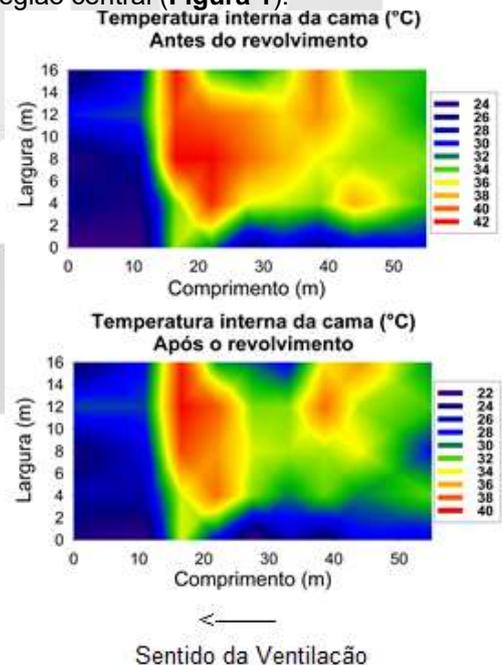
**Tabela 1.** Estatísticas descritivas (médias  $\pm$  erro padrão da média) das variáveis temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR), registradas em quatro turnos diários.

Hora	T (°C)	UR (%)
0-5h	11,02 $\pm$ 0,61	84,94 $\pm$ 1,51
6-11h	17,68 $\pm$ 0,51	75,32 $\pm$ 2,86
12-17h	21,47 $\pm$ 0,58	59,29 $\pm$ 3,61
18-23h	14,41 $\pm$ 0,48	82,53 $\pm$ 0,67

Verificou-se que entre os quatro turnos avaliados a temperatura do ar se elevou com o passar das horas, porém se manteve dentro da zona de conforto para vacas leiteiras. De acordo com Nãas (1989), a faixa de temperatura indicada como ideal para vacas em lactação está entre 4 a 24 °C.

Já a umidade relativa do ar diminuiu com o passar das horas do dia, em decorrência da elevação da temperatura do ar. Em algumas horas do dia a umidade relativa do ar esteve acima da faixa ideal de 30 e 80% para o conforto térmico de vacas em lactação (Cortez & Magalhães, 1992).

Observou-se através dos mapas de distribuição da TP, antes e após o revolvimento da cama, aumento no gradiente térmico das extremidades da cama em direção à região central (**Figura 1**).



**Figura 1.** Mapas de temperatura interna média da cama, em °C, antes e após o revolvimento, durante o período de inverno.

As médias da temperatura interna da cama ficaram abaixo do recomendado para uma compostagem ideal (24,0-42,0 °C; recomendado: 43,3-60,0 °C; Black et al., 2013).

Com base nos valores de TP observados antes do revolvimento constatou-se uma heterogeneidade na distribuição das temperaturas sendo que os maiores valores localizam-se na parte central do galpão, com temperaturas máximas registradas de 42°C.

Imediatamente após o revolvimento, observou-se uma diminuição da temperatura em todo o galpão, ainda mantendo a temperatura mais alta na região central, com temperaturas chegando a 40 °C.

No sistema CB a alta densidade animal, a frequência de revolvimento, a ventilação, a temperatura e umidade relativa do ar são fatores importantes que tem influência na qualidade da cama (Black et al., 2013).

Neste estudo, verificou-se TP mais baixa próximas aos exaustores e também na região próxima as placas evaporativas. Em geral, a temperatura do ar próxima à placa evaporativa tende a ser menor e a umidade relativa do ar maior, em decorrência do controle climático utilizado (Damasceno et al., 2019). As médias baixas da TP encontradas nessas regiões podem estar relacionadas às baixas temperaturas e ao excesso de umidade.

Alguns autores avaliaram os fatores ambientais que tem influência na qualidade da cama e observaram que a temperatura ambiente do CB foi um preditor significativo da temperatura e umidade interna da cama (Eckelkamp et al., 2016). À medida que o ar esfria, o gradiente de temperatura entre a TP e o ar aumenta, levando à perda de calor da cama (Black et al., 2013).

Além disso, pôde-se observar uma maior preferência dos animais em permanecer próximos aos exaustores e também das placas evaporativas o que pode ter contribuído para um aumento da umidade da cama e diminuição da TB nessas regiões. Portanto, a baixa temperatura da cama nessas regiões pode também estar relacionada com a alta lotação animal.

## CONCLUSÕES

Com base no presente estudo, pode-se verificar que os valores de temperatura do ar estiveram dentro das faixas consideradas confortáveis para vacas em lactação. Entretanto, os valores de umidade do ar

estiveram acima dos limiares desejáveis.

Determinadas áreas da instalação influenciaram para a variabilidade da temperatura interna da cama. A temperatura interna da cama é uma medida essencial do processo de compostagem. Entretanto, os valores médios encontrados estiveram abaixo do recomendado para uma compostagem ideal.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa (UFV), CNPq, CAPES, FAPEMIG, FUNARBE e Fazenda Nô da Silva.

## REFERÊNCIAS

- Bewley, J.M.; Taraba, J.L.; McFarland, D.; Garrett, P.; Graves, R.; Holmes, B.; Kammel, D.; Porter, J.; Tyson, J.; Weeks, S.; Wright Guidelines for managing compost bedded-pack barns Dairy Pr. Council. Disponível em: <<https://www.dairypc.org/catalog/guidelines-for-managing-compost-bedded-pack-barns>>. Acesso em 12 de setembro de 2019.
- BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A.; BEWLEY, J. M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *Journal of dairy science*, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013.
- CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. 1992. *Introdução a Engenharia Agrícola*. Campinas: Unicamp. 393 p.
- DAMASCENO, F. A.; OLIVEIRA, C. E. A.; FERRAZ, G. A. S.; NASCIMENTO, J. A. C.; BARBARI, M.; FERRAZ, P. F. P. Spatial distribution of thermal variables, acoustics and lighting in compost dairy barn with climate control system. *Agronomy Research*, v. 17, n. 2, p. 385-395, 2019.
- ECKELKAMP, E. A.; TARABA, J. L.; AKERS, K. A.; HARMON, R. J.; BEWLEY, J. M. Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. *Livestock Science*, v. 190, p. 35-42, 2016.
- NÃAS, I.D.A. *Princípios de conforto térmico na produção animal*. 1 ed. São Paulo: Icone Editora Ltda., 1989, 183 p.

## USO DE AGROTÓXICOS EM PROPRIEDADES DA REGIÃO DO CÓRREGO SÃO SILVESTRE, MUNICÍPIO DE INHAPIM-MG

**Douglas de Oliveira Martins<sup>1</sup>, Adriana Barbosa Sales de Magalhães<sup>2</sup>, Marcos  
Alves de Magalhães<sup>3</sup>, Marialice Tinoco Trigo Miranda<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Engenheiro Ambiental e Sanitarista – Centro Universitário de Caratinga (UNEC). E-mail: martinsdouglasdeoliveira@gmail.com;

<sup>2</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: adrianabsm@yahoo.com.br; <sup>3</sup>Professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: <sup>4</sup>Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UNEC. E-mail: licem@uai.com.br<sup>4</sup>

**RESUMO:** As atividades agrícolas que utilizam produtos químicos, nem sempre observam as recomendações para o uso equipamentos de proteção individual (EPIs) e de adequado manuseio dos agrotóxicos, conforme recomendações do fabricante e prescrição do receituário agrônomo, sendo negligenciadas o prazo de carência do produto usado, podendo ser nocivo à saúde humana, podendo causar aumento de doenças como câncer e má formação congênita em todo o Brasil. Diante dos riscos provocados pelo uso indevido de produtos químicos na agricultura, realizou-se um estudo referente ao uso de agrotóxicos nas propriedades do Córrego São Silvestre, zona rural do município de Inhapim/MG. As informações foram coletadas por meio de questionário semiestruturado. Todos os entrevistados afirmaram saber dos perigos do uso de agrotóxicos, porém 44,8% declararam que não utilizam os EPIs. As embalagens são devolvidas por 88,4% dos entrevistados em postos de vendas ou centrais de recolhimento e 11,6% declararam que queimam. Trabalhadores rurais apresentam grande potencial para desenvolverem doenças devido a exposição direta ou indireta aos agrotóxicos. Recomenda-se que outros trabalhos sejam desenvolvidos nessa área de estudo, como forma de minimizar riscos ambientais causados pelos agrotóxicos nas propriedades e no seu entorno, pela difusão no ambiente.

**Palavras-Chave:** agrotóxicos, EPI, lavoura, riscos ambientais

### INTRODUÇÃO

A forma como a agricultura é praticada nas propriedades do Córrego São Silvestre, zona rural do município de Inhapim/MG, tem ocorrido

incremento no consumo de agrotóxicos para o controle de pragas e doenças nas lavouras.

Em decorrência da significativa importância, tanto em relação à sua toxicidade quando à escala de uso, os agrotóxicos possuem uma ampla cobertura legal no Brasil, com um grande número de normas legais.

Os componentes químicos destes produtos têm por finalidade controlar pragas e doenças de planta ou dos frutos, a fim de alcançar sempre uma redução de perdas e, conseqüentemente, maior qualidade dos derivados da atividade agrícola.

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na localidade denominada Córrego São Silvestre, localizado nas coordenadas geográficas 19°33'38.76"S e 42° 9'13.58" O, zona rural do município de Inhapim.

O levantamento de dados referentes às atividades agrícolas e insumos utilizados e manejo foi realizado por meio de visitas às propriedades e aplicação de questionário para a coleta das informações.

O questionário foi adaptado de Cizenando (2012), estruturado em quatro blocos: Bloco I - Sociodemográfico, contendo informações do entrevistado, como gênero, idade, nível de escolaridade e a relação do entrevistado com a propriedade; Bloco II - Estrutura Agrária, o tamanho da propriedade em hectares (ha) e o tipo de produção agrícola; Bloco III - Prática de Trabalho Relacionada ao Uso de Agrotóxicos; Bloco IV - Queixas Relacionadas ao Uso de Agrotóxicos

A determinação do número de questionários aplicados foi definido pela equação proposta por Barbeta (2002). A análise dos dados fornecidos pelos entrevistados foi feita a partir de estatística descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistadas 78 pessoas, sendo a maioria do sexo masculino (70,52%) e 29,48% do gênero feminino. Do total que responderam o questionário, 48,7% eram proprietários, 34,6% meeiro/arrendatário e 16,7% eram trabalhadores contratados.

Nas propriedades do Córrego São Silvestre,, onde a agricultura familiar predomina, a maioria dos que trabalham no campo são homens, com idade acima de 30 anos e o maior grau de escolaridade entre os gêneros é o ensino fundamental incompleto.

A área total das propriedades atinge 233,5 hectares, mas quando questionados sobre o tamanho da área plantada, não souberam informar. A maior parte da produção agrícola é tomate (20,0 %), seguida de café (19,0%), pimentão (18,0%), pepino (15,0%), maracujá (10,0%), inhame (5%), milho (2,0 %) e jiló (1%). Dos agrotóxicos utilizados, 33,34% são moderadamente tóxicos, 16,66% altamente tóxicos e 50,00% extremamente tóxicos para o homem. Para a classe ambiental, 33,34% dos agrotóxicos citados são medianamente tóxicos (III) e 66,66% altamente tóxicos (II). Quando os entrevistados foram questionados se recebiam orientação de uso, apenas 6,95% dos produtores disseram não receber orientação.

Os que recebem orientação (93,05%), responderam que são orientados pelo engenheiro agrônomo responsável pelo posto de vendas.

Sobre o período de carência do produto, 82,14% disseram que respeita e 17,86% não respeitam o tempo de carência. O período de carência vem escrito na bula do produto. Este prazo é importante para garantir que o alimento colhido não possua resíduos acima do limite máximo permitido. A comercialização de produtos agrícolas com resíduo acima do limite máximo permitido pelo Ministério da Saúde é ilegal. A colheita poderá ser apreendida e destruída. Além do prejuízo da colheita, o agricultor ainda poderá ser multado e processado.

Há uma tendência para se desobedecer aos períodos de carência prolongada. Isto ocorre quando os preços sofrem uma alta o que leva os produtores a colherem antes do período correto de desenvolvimento do produto e, o que é pior, antes do vencimento do período de carência. Um exemplo conhecido é o da batata. Certos defensivos do grupo dos carbonatos são aplicados no sulco de plantio, mantendo seu

efeito durante quase todo o ciclo cultural da planta, inclusive com efeito sistêmico.

Quando questionados se consideram perigoso trabalhar com agrotóxico, 100% dos entrevistados, responderam que sim.

A forma mais utilizada para aplicação dos agrotóxicos pelos produtores é com pulverizador costal (42,80%) seguida de atomizador (35,71%).

Em relação ao rótulo das embalagens, 70,37% disseram que realizam a leitura e 29,63% afirmaram não ler. Dos entrevistados que não leem, muitos alegaram que já estão acostumados com o manejo. A falta de leitura do rótulo pode levar à aplicação de forma inadequada e a não observância do prazo de carência. Entre os entrevistados 55,22% declararam usar todos os EPIs (luvas, respiradores, viseira facial, jaleco, calça hidro-repelente, boné árabe, avental e botas) e 44,77% não usam.

Em relação à necessidade de usar EPI, 10,25% dos entrevistados disseram que não era necessário utilizar esses equipamentos e 89,75% utilizam por reconhecer a importância desses equipamentos. Dos que não usam 71,43% responderam ser incômodo devido ao clima e 28,57% afirmaram ser suportáveis.

Esses resultados vão ao encontro dos dados encontrados na pesquisa de Monqueiro et al. (2009) na qual os principais motivos apresentados pelos entrevistados para a não utilização do EPI são: o fato de ser muito quente, incômodo e por dificultar a respiração e a mobilidade”.

Na agricultura brasileira, especialmente em pequenas comunidades rurais, é comum deparar-se com trabalhadores rurais sem os EPIs obrigatórios durante a manipulação e a aplicação de agrotóxicos. Uma das principais razões para não se utilizar EPIs reside no fato de que muitos dos EPIs utilizados na agricultura, devido a sua inadequação, podem provocar desconforto térmico, tornando-os bastante incômodos para uso, podendo levar, em casos extremos, ao estresse térmico do trabalhador rural (COUTINHO et al., 1994).

Referente às embalagens, 67,94% devolvem as embalagens para os postos de venda, 20,51% para a central de recolhimento e 11,55% queimam, alegando dificuldade em devolvê-las, pois perderam a nota fiscal de compra, documento que deve ser apresentado à central de recolhimento ou aos postos de venda no momento da devolução.

Os produtores que utilizam os EPI's estão seguindo as recomendações dos profissionais

técnicos, porém, há uma falta de cuidado na ordem de retirada dos EPI's, pois retiram primeiro a máscara. Isso possibilita o risco de contato direto com os agrotóxicos. As roupas são lavadas separadamente mesmo as que não são equipamento de proteção.

Percebeu-se que 62,82% dos entrevistados não sentem sintoma algum. Os entrevistados que disseram sentir algum tipo de sintoma, estão relacionados ao grupo que não utiliza EPI's. As maiores queixas foram: dor de cabeça (14,10%), irritação na pele (5,13%) e irritação de garganta (3,85%). Araújo et al. (2000) constataram que os problemas relacionados ao sistema imunológico apresentaram maior número de queixas (36,4%): febre frequente e prurido na pele, olhos e nariz; o sintoma relacionado com o sistema osteomuscular de maior ocorrência foi o de dor nas articulações (35,8%), enquanto o sistema nervoso central e periférico foram responsáveis por 32,5% das queixas, sendo as mais citadas tontura, formigamento nos membros superiores, alterações de sono e vômitos.

Quando questionados sobre as queixas de familiares, 89,74% disseram que não há prejuízo para eles e que já estão acostumados com o cheiro, porém 10,26% relataram que há incômodo devido ao cheiro forte dos produtos.

A maioria devolve as embalagens para os postos de vendas ou centrais de recolhimentos. Cerca de 11,55% disseram queimar as embalagens. Esse procedimento provoca poluição ambiental e danos à saúde. Entre as queixas relacionadas à saúde, apenas 10,26% afirmaram sentir algum sintoma e 38,45% disseram conhecer alguém que adoeceu com a prática de manejos dos agrotóxicos.

Agricultores que não utilizam os EPI's, tem noção do perigo dos agrotóxicos, devido a intoxicação humana e poluição ambiental, e ainda assim não utilizam por considerar incômodos ou por acreditar que os agrotóxicos pulverizados de forma rasteira não causam prejuízo à saúde. O estudo indicou que os produtores rurais da região sabem do risco ambiental e humano em função do uso inadequado dos agrotóxicos, entretanto, resistem às práticas e recomendações de proteção exigidas por lei.

### CONCLUSÕES

É possível inferir que não existe falta de informações em relação aos diversos aspectos relacionados com o uso de agrotóxicos, a

maioria dos entrevistados declarou ter noção dos perigos e riscos que implicam em danos à saúde e ao meio ambiente. Nesse caso, práticas agrícolas inadequadas decorrem de aspectos culturais, além da falta de incentivo econômico e político para que formas alternativas de agricultura sejam fomentadas. Dessa forma os agricultores acabam sendo os agentes ativos do processo tornando-se vítimas da própria situação.

Os produtores do Córrego São Silvestre, apresentam grande potencial de desenvolver algum tipo de doença devido a exposição direta ou indireta aos agrotóxicos.

### REFERÊNCIAS

#### a. Artigos de periódicos:

ARAÚJO, A.C.P.; NOGUEIRA, D.P.; AUGUSTO, L.G.S. Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. In: **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.3, p.309-313, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v34n3/2235.pdf>> Acesso em: 11 set. 2017

COUTINHO, J.A.G. et al. uso de agrotóxicos no município de Pati do Alferes: um estudo de caso. **Caderno de Geociências**, n. 10, p. 23-31, 1994.

MONQUERO, P.A.; INÁCIO, E.M.; SILVA, A.C. Levantamento de agrotóxicos e utilização de equipamento de proteção individual entre os agricultores da região de Araras. In: **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.1, p.135-139, 2009. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v76\\_1/monquero.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v76_1/monquero.pdf)> Acesso em: 11 set. 2017.

#### b. Livro:

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Cap. 3, 5 ed. Ed. UFSC. 2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção brasileira de banana em 2010**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Banana\\_Brasil\\_2010.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Banana_Brasil_2010.pdf)> Acesso em: 11 set. 2017.

#### c. Trabalho, em Anais:

CIZENANDO, T.A.L. **Uso de Agrotóxicos nas pequenas propriedades produtoras de banana no município de Ipangaçu/RN-Angicos, RN**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Campus Angicos, 2012, 60f.

## UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NA AVICULTURA

**Carlos Gutemberg de S. T. Jr.<sup>1</sup>, Richard S. Gates<sup>2</sup>, Cecília de F. F. Souza<sup>3</sup>,  
Fernando da Costa Baêta<sup>4</sup>, Monique de O. Vilela<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – UFV. e-mail: carlosgutembergjr@hotmail.com;

<sup>2</sup>Professor do Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Illinois. e-mail: rsgates@illinois.edu;

<sup>3</sup>Professora do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV. e-mail: cfsouza@ufv.br; <sup>4</sup>Professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental – UFV. e-mail:fernando.baeta@ufv.br; <sup>5</sup>Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – UFV. e-mail: monique.vilela@ufv.br

**RESUMO:** O consumo de energia é um fator limitante ao amplo desenvolvimento do setor avícola, fazendo com que cresça a necessidade da busca por processos produtivos com maior eficiência energética, além de novas fontes de energia para atender as demandas do processo produtivo da indústria avícola. A fonte solar vem nos últimos anos ganhando cada vez mais destaque como uma fonte alternativa renovável para a geração de energia elétrica, com um baixo impacto ambiental. O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura destacando as principais formas de utilização da energia solar na avicultura. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, buscando reunir informações sobre os diferentes modos de aplicação dessa fonte de energia na produção avícola. As tecnologias para a obtenção de energia solar, aplicadas na avicultura brasileira, consistem em tecnologias fotovoltaicas e tecnologias termosolares.

**Palavras-Chave:** avicultura industrial, eficiência energética, fontes renováveis de energia

### INTRODUÇÃO

Abreu e Abreu (2011) destacam que a evolução da avicultura brasileira, baseia-se na utilização de tecnologias importadas, em especial de países de clima temperado, adaptadas às condições de clima tropical, sendo essas tecnologias totalmente dependentes de energia elétrica. Isso faz com que o consumo de energia seja um fator limitante ao amplo desenvolvimento do setor avícola, fazendo com que cresça a necessidade da busca por processos produtivos com maior eficiência energética, além de novas fontes de energia para atender

as demandas do processo produtivo da indústria avícola.

Nos últimos anos, a fonte solar, vem ganhando cada vez mais destaque como uma fonte alternativa renovável para a geração de energia elétrica, com um baixo impacto ambiental. Um dos fatores que impulsionaram o uso dessa “fonte limpa” de energia, são alguns incentivos governamentais, como a resolução normativa 482/2012 da ANEEL, que regulamentou a geração distribuída de energia, criando o sistema de compensação energética, e a linha específica para energias renováveis do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, criada em 2015, que passou a contemplar a linha de financiamento com condições de crédito diferenciada para investimento em equipamentos destinados a produção de energia solar e eólica (Barboza et al., 2016).

Com base no exposto o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura destacando as principais formas de utilização da energia solar na avicultura.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, buscando reunir informações sobre os diferentes modos de aplicação dessa fonte de energia na produção avícola.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

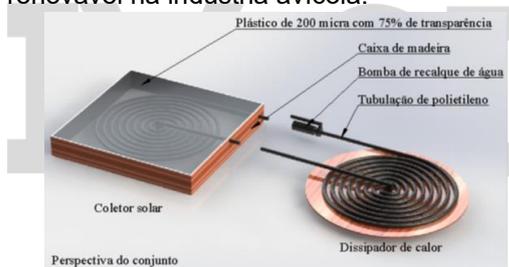
Segundo Abreu e Abreu (2011), as tecnologias para a obtenção de energia solar, aplicadas na avicultura brasileira, consistem em tecnologias fotovoltaicas e tecnologias termosolares.

### Tecnologias termosolares

Essas tecnologias termosolares podem ser trabalhadas como uma tecnologia não elétrica para o condicionamento bioclimático dos animais, utilizando os coletores térmicos solares, para aquecimento de água ou suprimento de calor à instalação, reduzindo o consumo de energia elétrica proveniente de outras fontes, para a realização desse processo.

Campos et al. (2013), destacam que considerando o potencial solar do Brasil, é justificável a utilização dessa fonte e energia em sistemas de aquecimento em galpões avícolas, em substituição ou associado a outras formas de energia.

Para comprovar a eficiência dessa fonte energética em sistemas de aquecimento em aviários, Campos et al. (2013), realizaram um estudo verificando o ambiente térmico, com base no Índice de Temperatura e Umidade (ITU), no Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e na Carga Térmica de Radiação (CTR), ao nível das aves, proporcionado por um sistema auxiliar de aquecimento com uso de energia solar (Figura 1), projetado para ser empregado nos horários do dia com incidência de radiação solar, para frangos de corte. Com base nos resultados encontrados, os autores chegaram à conclusão de que esse sistema associado ao sistema de aquecimento convencional proporcionou condições térmicas recomendáveis para os pintainhos, caracterizando-se como uma alternativa viável para reduzir o consumo de energia não renovável na indústria avícola.



**Figura 1.** Representação esquemática do protótipo de aquecedor solar para aviário  
Fonte: Campos et al. (2013)

De acordo com Nichelle Junior (2010), além dos benefícios socioambientais, o uso de aquecimento solar, proporciona aos consumidores finais, uma grande redução na

conta de energia se comparado aos sistemas usuais de aquecimento.

### Tecnologias fotovoltaicas

Outra forma de aproveitamento da energia solar nas instalações avícolas é o seu aproveitamento para a geração de eletricidade. Esse processo se dá pela utilização dos sistemas fotovoltaicos.

Abreu et al. (2010) classificam os sistemas fotovoltaicos em dois grupos: 1 – sistemas integrados arquitetonicamente à edificação (telhados da construção), estando localizados junto ao ponto de consumo; 2 – sistemas que estão centralizados em um único local (usina), que está conectado aos pontos de consumo por uma rede de transmissão ou distribuição.

Os sistemas fotovoltaicos de geração distribuída tem uma grande viabilidade de utilização. Isso devido ao fato da possibilidade do armazenamento da energia elétrica, gerada e não consumida, na rede elétrica da concessionária distribuidora, podendo esse excedente energético ser “vendido” para a concessionária, e seu valor ser abatido nas faturas subsequentes (Nascimento, 2011).

Apesar da utilização da energia solar se mostrar favorável aos produtores rurais, antes de se investir na implantação de um sistema fotovoltaico para geração de energia na propriedade, é necessário uma análise minuciosa, buscando reduzir os custos de implantação, operação e manutenção da tecnologia. Van Campen et al. (2000) realizaram um estudo considerando as características de diversos países, e verificaram que os sistemas de geração de energia fotovoltaica são cada vez mais viáveis e possuem cada vez mais aplicações no meio rural, sendo uma alternativa para suprir áreas que não possuem disponibilidade de abastecimento por outras fontes de energia elétrica, porém possuam insolação suficiente para manter sistemas fotovoltaicos para geração de energia.

De acordo com Saggini et al. (2016), a energia elétrica é um dos principais gastos de um sistema de produção de frangos de corte, independente do tamanho do aviário, onde o consumo de energia elétrica nessas instalações é destinada principalmente aos sistemas de iluminação, alimentação e climatização (resfriamento e aquecimento).

Buscando uma fonte alternativa para a redução do custo energético na indústria avícola, esses autores avaliaram a viabilidade econômica da implantação de painéis fotovoltaicos para a geração de energia elétrica em aviários de frangos de corte, com diferentes portes (pequeno porte – capacidade média 18000 aves; médio porte – capacidade média 28000 aves; grande porte – capacidade média 60000 aves), na região Oeste do Paraná. Para a análise da viabilidade econômico-financeira da implementação do sistema fotovoltaico nos aviários de diferentes portes, primeiramente os autores dimensionaram o tamanho do sistema de geração de energia fotovoltaica, com base no consumo médio de energia elétrica nas propriedades base, e em seguida, determinaram o custo para a implementação do sistema nessas propriedades e a projeção de seus resultados financeiros, com base nos cálculos dos seguintes indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e tempo de retorno do investimento *payback*.

Com base nos resultados dos indicadores financeiros verificados nas diferentes propriedades estudadas, os autores verificaram que a implementação do sistema fotovoltaico é economicamente viável independente do porte da instalação, com um TRI médio de cerca de 13% nos três casos, e um *payback* menor que 10 anos.

Apesar dos investimentos recentes nessa fonte energética alternativa, e dos bons resultados obtidos, Nascimento (2011), ressalta que novos estudos e avaliações são desejáveis, visando potencializar o uso dessa fonte energética, onde o sistema tecnicamente mais eficiente não necessariamente corresponde ao sistema mais atrativo economicamente.

### CONCLUSÕES

A energia solar é uma tecnologia que se usada de forma adequada pode significar um grande benefício para o setor avícola. Reduzindo os custos de produção e ajudando a manter o ambiente térmico em condições adequadas para as aves.

### AGRADECIMENTOS

A Capes, CNPq, FAPEMIG, Departamento de Engenharia Agrícola/UFV, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola/UFV, Universidade de Illinois.

### REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. Fontes alternativas de energia na avicultura. In: **II Congresso Brasileiro de Produção Animal Sustentável** – ANISUS, Chapecó – SC, 2011.

ABREU, Y. V. DE; OLIVEIRA, M. A. DE; GUERRA, S. M. **Energia, Economia, Rotas Tecnológicas**. Textos Seleccionados. Málaga, Espanha: Eumed.Net, 2010. 330p.

BARBOZA, L. G. S.; DACROCE, N. P. D.; HOFER, E. Análise da viabilidade de implantação de um sistema de geração de energia fotovoltaica numa propriedade familiar rural: Um estudo com base no PRONAF Mais Alimentos. In: **Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**, São Paulo, 2016.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; SOUSA, F. A.; PONCIANO, P. F.; NAVARINI, F. C.; YANAGI JUNIOR, T. Eficiência de sistema de aquecimento auxiliar para aviários, com base nos índices de conforto térmico. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 703-711, 2013.

NICHELE JUNIOR, P. **Análise de eficiência energética e uso de fontes de energia renováveis em uma granja de recria de aves**. Curitiba: UFPR, 2010. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Paraná, 2010. 62p.

NASCIMENTO, L. A. B. **Análise energética na avicultura de corte: estudo de viabilidade econômica para um sistema de geração de energia elétrica eólico-fotovoltaico conectado à rede**. Pato Branco: UTFPR, 2011. Dissertação (Engenharia Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011. 147p.

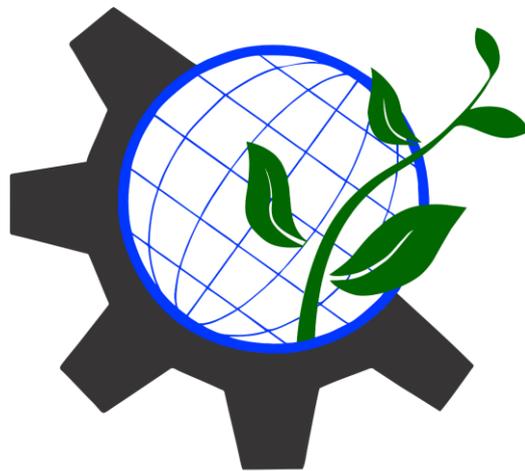
SAGGIN, A. N.; SILVA, A. A. L.; STRADIOTTO, A. Viabilidade econômico-financeira de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica para avicultura de corte na região oeste do Paraná. In: **IV Congresso Brasileiro em Gestão de Negócios**, Cascavel – PR, 2016.

VAN CAMPEN, B., GUIDI, D.; BEST, G. Energia solar fotovoltaica para la agricultura y desarrollo rural sostenibles. **Documento de Trabajo sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales**, No. 3 FAO, Roma, 2000, 93p.



Anais do IV Simpósio e XVI Semana Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental

# REALIZAÇÃO



**CAEAA - UFV**

Centro Acadêmico de Engenharia  
Agrícola e Ambiental

# APOIO

**CCA**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**PEC**  
PRÓ-REITORIA DE  
EXTENSÃO E CULTURA



*AmbiAgro*

