

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Tatiane Branco

**CONCENTRAÇÃO E EMISSÃO DE AMÔNIA EM AVIÁRIOS DE
FRANGO DE CORTE**

Santa Maria, RS, Brasil
2017

Tatiane Branco

**CONCENTRAÇÃO E EMISSÃO DE AMÔNIA EM AVIÁRIOS DE FRANGO
DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Produção Animal**.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Martinez do Vale

Santa Maria, RS, Brasil
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Branco, Tatiane
Concentração e emissão de amônia em aviários de frango de corte / Tatiane Branco.- 2017.
119 p.; 30 cm

Orientador: Marcos Martinez do Vale
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2017

1. Ambiência Aérea 2. Mineração de Dados 3. Metanálise
4. Geoestatística I. Martinez do Vale, Marcos II. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Tatiane Branco. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante citação da fonte.

Email: tatibranco91@gmail.com

Tatiane Branco

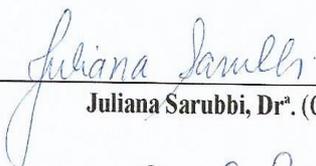
**CONCENTRAÇÃO E EMISSÃO DE AMÔNIA EM AVIÁRIOS DE FRANGO
DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Produção Animal**.

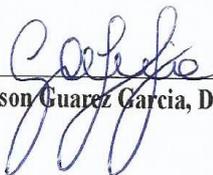
Aprovado em 23 de fevereiro de 2017:



Marcos Martinez do Vale, Dr. (UFPR)
(Presidente/Orientador)



Juliana Sarubbi, Dr^a. (CESNORS)



Gerson Guarez Garcia, Dr. (UFSM)

SANTA MARIA, RS

2017

À Deus, pela vida.
À minha família, por tudo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, iluminando-me e dando-me forças para caminhar, especialmente nos momentos de dificuldades e desafios.

Aos meus pais, pessoas especiais e que amo, por sempre se preocuparem em me dar o melhor e por me ajudarem a ter chegado ao fim desta etapa.

À minha irmã, por todo o apoio, ajuda, paciência e incentivo, e, junto com meus pais, serem a razão das minhas conquistas.

Aos meus colegas de pós-graduação Maurício, João, Daniela, Bernardo e Jaime, pelo ótimo grupo que nos tornamos, por estarem sempre prontos a me ajudar e pelo auxílio durante a execução deste trabalho.

Ao prof. Marcos pelos ensinamentos, orientação, compreensão e amizade nesse período.

Aos meus amigos, que muitas vezes tiveram que compreender minhas ausências e me apoiaram durante todo o tempo; o meu muito obrigado por existirem e estarem presentes na minha vida. Em especial aos meus amigos Vinícius, Andréssia, Graciele e Franciele, por se tornarem essenciais para mim.

À minha amiga Graciele, pela amizade, conversas e apoio sempre que eu precisava.

Aos amigos do “flat”, obrigada pelas conversas, mates, risadas e comilanças nos finais de tarde! Muito obrigada pela amizade sincera Adão, Franciele, Aline, Jaqueline e Tiago!

Aos meus amigos e colegas do técnico em Meio Ambiente e Técnico em Agropecuária que fizeram parte desta etapa! Obrigada pela amizade, conversa e apoio, em especial à Aline, Cristiane, Waleska e Marlize.

Ao prof. Gerson e a prof^a Juliana, por aceitarem o convite para banca de defesa e pelas sugestões para melhoria deste trabalho.

À CAPES pela bolsa de apoio concedida.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, muito obrigada!

"[...] Esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão certa, na hora exata e, quando atingimos nossos objetivos ficamos surpresos com nossa própria capacidade."

(Paulo Coelho)

RESUMO

CONCENTRAÇÃO E EMISSÃO DE AMÔNIA EM AVIÁRIOS DE FRANGO DE CORTE

AUTORA: Tatiane Branco

ORIENTADOR: Marcos Martinez do Vale

Data e local da defesa: 23 de fevereiro, Santa Maria/RS, 2017

O ambiente aéreo em aviários de frango de corte exige manejos diferenciados conforme a época do ano para manter a concentração de amônia abaixo de 10 ppm, condição ótima para frangos de corte apresentarem desempenho e bem-estar adequados. A amônia é volatilizada a partir da decomposição microbiana na cama de frango aviária e dependente de vários fatores, entre eles, condições ambientais internas e externas, características da cama e tipologia de aviário. A sistematização e análise de dados podem auxiliar na compreensão de estudos que contenham uma variabilidade de interferentes, como a ambiência aérea; e a mineração de dados é uma técnica que tem função de analisar o banco de dados gerado. Foram realizados três estudos para avaliar a produção de amônia em galpões de frango de corte durante condições de calor e clima ameno, por intermédio de metanálise e mensuração do ambiente. O primeiro estudo resultou em um banco de dados de concentração de amônia por meio da técnica de metanálise. A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de mineração de dados para as classes de concentração de amônia menor que 20 ppm e igual ou acima deste limite. Aviários de pressão negativa apresentaram altas concentrações de amônia e o horário de coleta no turno da manhã apresentou condição de concentração de amônia igual ou acima de 20 ppm. Aviários de tipologia convencional, utilizando maravalha e com densidade de criação maiores de 15 aves m⁻² obtiveram classificação de concentração de amônia acima do limite ideal (≥ 20 ppm). O segundo estudo propiciou uma metanálise da emissão de amônia que permitiu, por meio da técnica de mineração de dados, obter duas abordagens de classificação: a) altos níveis de emissão de amônia ($\geq 42,2$ mg Kg⁻¹ de cama de frango) e b) baixos níveis de emissão de amônia ($< 42,2$ mg Kg⁻¹ de cama de frango). Aviário de tipologia *Dark House* foi o único que se classificou para a emissão de amônia em “Elevada” em função da estação do ano ser inverno. A cama de frango de maravalha de madeira apresentou menor emissão em aviários convencionais, ao contrário da casca de arroz (alta emissão de amônia). Cama de aviário com pH acima de 8,3 e densidade de criação maiores de 12 aves m⁻² obtiveram classificação como “Elevada” emissão de amônia. No terceiro estudo foi realizado a coleta de concentração de amônia, velocidade do ar, temperatura interna e externa em seis aviários de tipologias diferentes e condições climáticas de calor, sendo analisados por meio da geoestatística. A concentração de amônia tende a ser maior na parte central e final dos aviários, lugares em que foi constatado maior temperatura interna. Melhores manejos de ventilação poderiam solucionar os problemas com temperatura alta e concentração de amônia ao longo dos aviários. Os resultados observados nas metanálises de concentração e emissão de amônia apontam para condições de instalações e características da cama de frango. A mineração de dados permitiu avaliar a produção de amônia em diferentes tipologias de aviários de forma sistemática por meio de dois bancos de dados construídos pela técnica de metanálise. As regras dos modelos permitiram extrair conhecimentos coerentes e úteis para os dois bancos de dados metanalíticos. A utilização de mapas de variabilidade é outro meio adequado para a avaliação de variáveis como a concentração de amônia e a temperatura interna. No entanto, vários fatores influenciam e, se manejados corretamente, podem minimizar a emissão e concentração de amônia no interior da instalação. Aliar a ambiência térmica e aérea em função do sistema de ventilação é uma opção para melhorar os índices de bem-estar em frangos de corte.

Palavras-chave: Ambiência Aérea. Mineração de Dados. Metanálise. Geoestatística.

ABSTRACT

CONCENTRATION AND EMISSION OF AMMONIA IN BROILER HOUSES

AUTHOR: Tatiane Branco

ADVISOR: Marcos Martinez do Vale

Date and defense site: February 23, Santa Maria/RS, 2017

The aerial environment in broiler houses requires differentiated management depending on the time of year to maintain an ammonia concentration below 10 ppm, optimal condition for broilers, and adequate performance and well-being. The ammonia is volatilized from the microbial decomposition in the poultry litter and dependent on several factors, among them, internal and external environmental conditions, litter characteristics and facility typology. The systematization and analysis of data can help in to understanding studies that contain a variability of interferences, like an aerial ambience; and a data mining is a technique that has the function of analyzing the generated database. Three studies were carried out to evaluate the production of ammonia in broiler houses in conditions of heat and mild climate, by means of meta-analysis and environmental measurement. The first study resulted in an ammonia concentration database using the meta-analysis technique. Data analysis was with data mining technique, using two ammonia concentration classes: less than 20 ppm and equal or above this limit. Negative pressure facilities presented high ammonia concentration and morning time presented an ammonia concentration equal or above 20 ppm. Conventional facilities, using wood shavings and stoking density whit more than 15 birds m⁻² had an ammonia concentration classification above the ideal limit (≥ 20 ppm). The second study provided a meta-analysis of the ammonia emission that allowed, through the data mining technique, to obtain two classification approaches: a) high ammonia emission levels (≥ 42.2 mg Kg⁻¹ of poultry litter) and b) low ammonia emission levels (<42.2 mg Kg⁻¹ poultry litter). Only Dark House was qualified for "High" ammonia emission due the winter season. The wood shavings poultry litter presented low emission when in conventional houses, in contrast to rice husk (high ammonia emission). Poultry litter whit above 8.3 and stocking density greater than 12 birds m⁻² obtained "High" ammonia emission classification. In the third study the ammonia concentration, air velocity, internal and external temperature were collected in six broiler houses of different typologies and climatic conditions of heat, being analyzed by geostatistics. The concentration of ammonia tends to be higher in the central and final part of the broiler houses, places where the internal temperature was higher. Better ventilation maneuvers could solve the problems with high temperature and ammonia concentration throughout the broiler houses. The results observed in the concentration and ammonia emission meta-analysis point to conditions of facilities and characteristics of the poultry litter. Data mining allowed the evaluation of ammonia production in different typologies of aviaries in a systematic way through two databases constructed by the meta-analysis technique. The rules of the figure models allowed extracting coherent and useful knowledge in meta-analysis databases. The use of maps of variability is another suitable means for the evaluation of variables such as ammonia concentration and internal temperature. However, several factors influence and, if handled correctly, can minimize the emission and concentration of ammonia inside the broiler house. Combining the thermal and aerial ambience with the ventilation system is an option to improve the welfare indexes in broilers.

Keywords: Air Ambience. Data Mining. Meta-analysis. Geostatistics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Taxa de amônia e ventilação em aviário de frango de corte durante o período de 24 horas, aos 40 dias de idade.....	25
Figura 2 –	Principais etapas da metanálise	31
Figura 3 –	Principais tarefas da mineração de dados.....	32
Figura 4 –	Esquema básico de uma função semivariograma.....	35
ARTIGO 1		
Figura 1 –	Classification tree from ammonia concentration recording time in broiler facilities (Approach I, Model precision: 88.2%; Class A accuracy: 0.92; and Class NA: 0.85).....	42
Figura 2 –	Classification tree from facility typology and poultry litter composition to ammonia concentration in broiler houses (Approach II, model precision: 85.3%; Class A accuracy: 1.0; e Class NA: 0.79).....	44
ARTIGO 2		
Figura 1–	Ammonia emission classification three based in facility typology (Model precision: 86.0%; High class accuracy: 0.71; and Low class accuracy: 0.93).....	56
Figura 2 –	Ammonia emission classification three based in facility typology (Model precision: 84.7%; High class accuracy: 0.75; and Low class accuracy: 0.86).....	57
Figura 3 –	Ammonia emission classification three based in poultry litter composition (Model precision: 88.3%; High class accuracy: 0.76; and Low class accuracy: 0.93).....	58
ARTIGO 3		
Figura 1 –	Distribuição dos pontos onde foram coletados a temperatura e a concentração de amônia para análise geoestatística.....	78
Figura 2 –	Mapas de krigagem para a concentração de amônia nos aviários I (a), II (b), III (c), IV (d), V (e) e VI (f).....	81
Figura 3 –	Mapas de krigagem para a temperatura interna (° C) nos aviários I (a), II (b), III (c), IV (d), V (e) e VI (f).....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Limites de referência para a qualidade do ar em instalações para frangos de corte.....	17
Tabela 2 –	Concentração de dióxido de carbono (CO ₂) e amônia (NH ₃) nos sistemas de produção de frangos de corte com e sem ventilação.....	23
Tabela 3 –	Velocidade máxima do ar no nível das aves de acordo com idade.....	23
Tabela 4 –	Produção de cama: matéria natural (Kg), matéria seca (Kg) e umidade (%) nas diferentes densidades (aves m ⁻²), após dois lotes de criação.....	26
Tabela 5 –	Efeito das concentrações de amônia (ppm) sobre a saúde das aves.....	28
Tabela 6 –	Matriz de Confusão para o cálculo da acurácia das classes e precisão dos modelos para classificação binária.....	34
Tabela 7 –	Equações dos modelos de semivariogramas.....	36
ARTIGO 1		
Tabela 1–	Variables used in meta-analysis database formation.....	40
ARTIGO 2		
Tabela 1–	Descriptive statistics from ammonia emission database.....	54
Tabela 2 –	Meta-analysis attribute list.....	54
ARTIGO 3		
Tabela 1 –	Descrição dos aviários coletados para análise geoestatística.....	78
Tabela 2 –	Estatísticas das variáveis concentração de amônia no ar (ppm), temperatura do ar interna e externa (°C) para os aviários I, II, III, IV, V e VI.....	78
Tabela 3 –	Correlação entre a concentração de amônia e temperatura interna e externa de aviários de frangos de corte.....	79
Tabela 4 –	Correlação entre a concentração de amônia e temperatura interna de aviários de frangos de corte entre os pontos de medição.....	79
Tabela 5 –	Modelos e parâmetros dos semivariogramas para as variáveis concentração de amônia no ar (ppm) e temperatura interna (°C).....	80

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO I.....	15
ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	15
1 AMBIÊNCIA E BEM-ESTAR ANIMAL.....	16
1.2 AMBIÊNCIA AÉREA	16
2 A AMÔNIA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO AVÍCOLA.....	19
3 FATORES LIGADOS À PRODUÇÃO DE AMÔNIA.....	20
3.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS INTERNAS E EXTERNAS	20
3.2 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO.....	22
3.3 MANEJO DA CAMA DE FRANGO	25
4 IMPACTOS DO GÁS AMÔNIA NA PRODUTIVIDADE DOS FRANGOS DE CORTE	28
5 ANÁLISE DOS DADOS	30
5.1 METANÁLISE	30
5.2 MINERAÇÃO DE DADOS.....	32
5.3 GEOESTATÍSTICA	34
CAPÍTULO II.....	37
META-ANALYSIS OF AMMONIA CONCENTRATION IN BROILER HOUSES.....	37
ABSTRACT.....	38
INTRODUCTION	39
MATERIAL AND METHODS	40
RESULTS AND DISCUSSION.....	42
CONCLUSIONS.....	46
ACKNOWLEDGEMENT	46
LITERATURE CITED	46
CAPÍTULO III.....	50
META-ANALYSIS OF AMMONIA EMISSION IN BROILER HOUSES	50
ABSTRACT.....	52
INTRODUCTION	53
MATERIAL AND METHODS	53
CONCLUSIONS.....	59
REFERENCES.....	59
CAPÍTULO IV.....	62
CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA EM AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE EM CONDIÇÃO TÉRMICAS AMENAS E DE CALOR.....	62
RESUMO	63
INTRODUÇÃO	64
MATERIAL E MÉTODOS	66
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
CONCLUSÕES	72
AGRADECIMENTOS.....	73
REFERÊNCIAS	73
CAPÍTULO 5	82
DISCUSSÃO GERAL	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
REFERÊNCIAS.....	89

ANEXOS.....	100
ANEXO A – NORMAS DA REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL	100
ANEXO B – NORMAS DA REVISTA ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA	108
ANEXO C – NORMAS DA REVISTA PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	111

INTRODUÇÃO

A avicultura de corte se desenvolveu pela busca por constantes alternativas que visem à redução dos custos de produção sem prejudicar o desempenho zootécnico, visando atingir melhores resultados econômicos (ZUIDHOF et al., 2014; VIRTUOSO et al., 2015). Além de melhoras na genética, manejo, nutrição, sanidade e instalações, muitos fatores relacionados com o nível de conforto animal vêm sendo estudados para melhorar o bem-estar e a produtividade dos frangos de corte.

O ambiente de criação das aves compreende todos os elementos físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos (SILVA et al., 2015) e pode ser separado em ambiência térmica (temperatura, umidade e ventilação), acústica (sons e ruídos) e aérea (poeira e concentração de gases), as quais influenciam diretamente nas características e respostas produtivas do animal.

Uma das formas de manter a máxima produtividade é avaliar a qualidade interna do ar nas instalações aviárias. Entre os poluentes aéreos encontrados no ambiente interno do aviário estão a poeira e os gases, como dióxido de oxigênio (CO_2), monóxido de oxigênio (CO) e amônia (NH_3). O enfoque de manter as características ideais da qualidade do ar é a saúde e bem-estar dos animais que vivem em confinamento (NÄÄS et al., 2007), assim como a dos trabalhadores do setor avícola (CARVALHO et al., 2011a, 2012a).

A amônia é um gás incolor e irritante, gerado a partir da decomposição do ácido úrico e de compostos nitrogenados não digeridos e excretados nas fezes dos frangos de corte que causa significativas perdas econômicas para os criadores e integradores de frangos de corte (OLIVEIRA et al., 2003). Sua concentração e volatilização dependem de vários fatores incluindo a tipologia do aviário, manejo de ventilação, idade da ave, características químicas e físicas da cama aviária e condições ambientais internas e externas, são citadas como propulsores do aumento da concentração de amônia no interior dos aviários (VIGODERIS et al., 2010; MANNO, et al., 2011; CORKERY et al., 2013).

Monitorar a emissão de amônia em aviários torna-se necessário para orientar e discutir os possíveis impactos causados no ambiente (GATES et al., 2005) e, principalmente, para manter o foco no bem-estar da ave, dos trabalhadores e dos possíveis impactos ambientais e sociais, como contaminação do ar e do solo e perdas econômicas. Porém, pelas grandes fontes de variação como as diferentes localizações geográficas dos aviários, práticas de manejo e tipos de substrato de cama de frango (VERGÉ et al., 2009), idade das aves, densidade de

alojamento e condições climáticas, torna-se complexa a comparação das taxas de concentração e emissão de amônia.

Com a necessidade do controle efetivo e melhores resultados produtivos na criação de frangos de corte, o uso de modelagens computacionais para o melhor entendimento da ambiência aérea vem sendo utilizadas pelos profissionais da área, como exemplo a geoestatística (CURI et al., 2014) e a mineração de dados (FERREIRA et al., 2013). Outra ferramenta utilizada para obter resultados coerentes e de confiabilidade em estudos que contenham uma variabilidade de interferências é a técnica da metanálise (LOVATTO et al., 2007).

A utilização de modelagens computacionais vem sendo um meio de tomada de decisão mais precisa principalmente na ambiência animal, na qual há vários fatores que influenciam e são responsáveis para um ótimo desempenho zootécnico. Como a relação do ambiente interno que é fortemente influenciado pelo ambiente externo e dias de extremo de calor, podendo exigir mais das instalações e da climatização.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a produção de amônia em galpões de frango de corte durante condições de calor e de clima ameno, por intermédio de metanálise e mensuração do ambiente.

O presente trabalho é estruturado em capítulos: o Capítulo 1 refere-se à revisão bibliográfica sobre o tema do trabalho, envolvendo os principais fatores que interferem na concentração e emissão de amônia em aviários de frangos de corte; o Capítulo 2 trata do primeiro artigo intitulado “*Meta-analysis of ammonia concentration in broiler houses*”, o qual está nas normas da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Anexo A); o Capítulo 3 apresenta o segundo artigo intitulado “*Meta-analysis of ammonia emission in broiler houses*”, escrito nas normas da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Anexo B); o Capítulo 4 trata do terceiro artigo intitulado “Concentração de amônia em aviário de frango de corte em condições térmicas amenas e de calor”, escrito nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (Anexo C); o Capítulo 5 apresenta a discussão geral sobre os três artigos; e, por fim as considerações finais sobre o trabalho.

CAPÍTULO I

ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

1 AMBIÊNCIA E BEM-ESTAR ANIMAL

Ambiência e bem-estar animal são fatores diferentes e não devem ser confundidos, porém os mesmos estão diretamente relacionados para uma ótima produtividade da criação de frango de corte. Na ambiência, analisa-se a zona de conforto, associando características fisiológicas do animal, levando em conta minimizar fatores que comprometam o seu bem-estar. Já o bem-estar animal considera a qualidade de vida, baseada em princípios básicos, como, não passar fome ou sede; ter liberdade de expressar seu comportamento natural; não passar por medo ou situações de estresse; e ter acesso à saúde e a um ambiente confortável (UBA, 2008).

Estudos sobre a ambiência na avicultura de corte têm alcançado patamares notáveis no que diz respeito às informações sobre o ambiente térmico (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar), o ambiente aéreo (gases e poeira) e o ambiente acústico (ruídos) nas diferentes fases de criação de frangos de corte (ROCHA et al., 2010; STAUB et al., 2016).

Um manejo adequado do ambiente de criação proporciona que a ave atinja seu bem-estar sem precisar acionar seus mecanismos termorreguladores e consiga utilizar toda a sua energia para a produção. O controle eficiente do ambiente produtivo animal deve ser considerado, pois a exposição a condições acima dos limites de conforto da ave afeta diretamente o sucesso da produção avícola.

A produtividade ideal do frango de corte depende de variáveis ambientais, tais como a combinação dos efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa do ar, da radiação solar, da velocidade do vento, da taxa de ventilação e da concentração de partículas, microrganismos e gases no ambiente interno (MOURA et al., 2006; BANHAZI et al., 2008), o que influencia no consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, entre outros e, conseqüentemente, na qualidade de vida do frango de corte.

1.2 AMBIÊNCIA AÉREA

A ambiência aérea é definida como a concentração de poeira e gases, sendo tão importante quanto os demais tipos de ambiência, uma vez que negligenciada causa prejuízos enormes na produtividade de frango. Os poluentes aéreos, quando alteram as condições ideais do ar, favorecem o aumento da susceptibilidade a doenças respiratórias e prejuízos na produtividade dos frangos de corte (NÄÄS et al., 2007; MENEGALI et al., 2009;

PONCIANO et al., 2011), como uma pior conversão alimentar, menor ganho de peso, podendo causar irritação do sistema respiratório, cegueira e morte (MANNING et al., 2007).

A intensificação de estudos na área de qualidade do ar em ambientes de criação de animais se deve ao fato de que a maioria dos sistemas produtivos serem em confinamento e de alta densidade, aumentando a necessidade de controle ambiental como temperatura, umidade, concentração de gases e taxa de ventilação (MENEGALI et al., 2009; VIGODERIS et al., 2010). As formas de contaminação do ar interno em aviários de frangos de corte são originadas da cama aviária, da ração e do ar que entra na instalação.

Um ambiente interno ideal para produção animal é aquele que está em equilíbrio com a termodinâmica das instalações, com a velocidade do ar e com a poeira e os gases em suspensão provocados pela decomposição de excretas, como a amônia. Tipologia do aviário, densidade de criação, idade da ave e manejo da cama de frango são alguns dos parâmetros que interferem na qualidade do ar pelo aumento da concentração de amônia (FURTADO et al., 2010; MENDES et al., 2012; CORKERY et al., 2013; LIMA et al., 2013). O gás amônia, em concentrações elevadas, afeta negativamente tanto a saúde dos frangos de corte quanto a dos trabalhadores (CARVALHO et al., 2011a, 2012a).

A Tabela 1 trata dos limites máximos desejados para a ambiência aérea dentro das instalações avícolas.

Tabela 1- Limites de referência para a qualidade do ar em instalações para frangos de corte

Parâmetros	Limite tolerável
Oxigênio	> 19,6%
Dióxido de carbono	< 0,3%
Monóxido de carbono	< 10 ppm
Amônia	< 10 ppm
Poeira respirável	< 3,4 mg m ⁻³

Fonte: (ROSS, 2014 e COBB, 2015).

Um dos problemas relatados pelos produtores e pesquisadores é a dificuldade em mensurar a concentração do gás amônia, pois há muitos interferentes, como a falta de aparelhos acessíveis que, geralmente, são caros e exigem frequentes calibrações. Sem a devida medição, não se sabe o quanto de risco está ocorrendo e nem como conseguir controlar

suas causas. A mensuração do gás é um interferente na concentração e emissão de amônia por conter vários métodos de medição, entre eles a luminescência química (GROOT KOERKAMP et al., 1998; DEMMERS et al., 1999), os filtros ácidos (OLIVEIRA et al., 2004; GUIZIOU & BELINE, 2005), os sensores eletroquímicos (LACEY et al., 2003; WHEELER et al., 2003) e os medidores instantâneos de gases (VIGODERIS et al., 2010; CARVALHO et al., 2011b; CURI et al., 2014) que possuem diferentes marcas e acurácias.

2 A AMÔNIA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO AVÍCOLA

A principal fonte para a produção de amônia é o nitrogênio encontrado na ureia, ácido úrico, proteínas não digeridas das rações e compostos nitrogenados, os quais entram no sistema avícola através de rações ricas em aminoácidos no intuito de melhorar o desempenho produtivo dos animais (MENDES et al., 2012). Na excreta das aves, o nitrogênio está presente em 70% na forma de ácido úrico e 30% na forma de proteínas não digeridas; e 40% do nitrogênio excretado é perdido na forma de amônia (BRINK et al., 2001).

A degradação aeróbica do ácido úrico, através de enzimas presentes nos microrganismos encontrados nas excretas, resulta na formação de amônia (ZHAO et al., 2012). De certo modo, a diminuição da presença e do metabolismo desses microrganismos faz com que diminua a formação da amônia.

A degradação dos compostos nitrogenados forma a amônia, através das seguintes reações: degradação do ácido úrico (Equação 1); ureia (Equação 2) e; proteínas não digeridas (Equação 3) (GROOT KOERKAMP, 1998):



A volatilização da amônia pelos microrganismos decompositores de compostos nitrogenados causa a fermentação da cama e aumenta a concentração de amônia (GROOT KOERKAMP, 1998), tornando-se prejudicial aos frangos de corte. A equação da volatilização da amônia é descrita na Equação 4, e o equilíbrio de amônio (NH_4^+) para amônia (NH_3) é influenciado pela temperatura e pH da cama de frango.



A concentração de amônia é a razão da quantidade de gás e o volume em que esse gás se encontra dissolvido, sendo a unidade de referência o ppm (partes por milhão). A emissão de amônia condiz com a quantidade de gás produzida por uma unidade de tempo, seja ela pela idade da ave, quantidade de animais ou unidade de peso animal.

3 FATORES LIGADOS À PRODUÇÃO DE AMÔNIA

Tipologia do aviário, manejo de ventilação, características químicas e físicas da cama aviária e condições ambientais internas e externas são citadas como associadas ao aumento da concentração de amônia no interior do aviário (OWANDA et al., 2007; FURTADO et al., 2010; VIGODERIS et al., 2010; MANNO, et al., 2011; CORKERY et al., 2013; LIMA et al., 2013). O aumento da volatilização da amônia também é dependente da alimentação, do número de criadas na cama de frango e da idade das aves (HERNANDES et al., 2002; CZARICK & FAIRCHILD, 2012; MENDES et al., 2012).

Estes parâmetros podem ser observados durante a criação das aves, quando relacionados ao desempenho zootécnico, porém não são observados em relação à melhoria da qualidade do ar. O controle da amônia no interior dos aviários, principalmente em densidade de criação elevadas e no período final da criação (CZARICK & FAIRCHILD, 2012), é importante para o bem-estar da ave e para não afetar sua produtividade.

3.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS INTERNAS E EXTERNAS

A avicultura brasileira tem um diferencial pelo seu clima subtropical e a maioria dos aviários serem abertos, em relação a outros países produtores (NÄÄS et al., 2007; ABREU & ABREU, 2011). Situação que permite melhor uso da ventilação, tendo condições de qualidade do ar que minimizem as concentrações de amônia, quando comparados a aviários de tipologia mais tecnificada.

Entre os tipos de aviários mais utilizados pela avicultura industrial, citam-se:

- a) Aviário Convencional: aviário aberto, com manejo lateral de cortinas de cor amarela e uso de ventiladores;
- b) Aviário *Blue House*: controle do ambiente interno por meio de acionamento de exaustores e nebulizadores, cortina de cor azul, pressão negativa, sistema de resfriamento pode ser por nebulização ou *pad cooling*;
- c) Aviário *Dark House*: o ambiente interno é controlado por exaustores funcionando em pressão negativa. O sistema de resfriamento pode ser por nebulização ou *pad cooling*. Cortinado prata ou preto nos dois lados para o controle de luminosidade e o uso de geradores de energia é indispensável.

As condições climáticas afetam diretamente as aves por comprometer a manutenção da homeotermia, que é uma função vital (OLIVEIRA et al., 2006). A umidade relativa do ar e a temperatura do ar ambiente afetam o nível de conforto térmico da ave e a qualidade da cama de frango. As previsões do aquecimento global ampliam o risco de ondas de calor exigindo melhores eficiências nos aviários para manter condições de conforto térmico (MENDONÇA, 2006). Ondas de calor são períodos de tempo desconfortáveis e excessivamente quentes, pelo menos dois dias com máxima acima de 32 °C, podendo durar vários dias ou semanas (INMET, 2005).

Conhecer os principais fatores de risco quanto à ambiência animal permite dar melhor suporte para tomada de decisão referente à reformulação ou reconstrução das instalações avícolas (SILVA et al., 2015), sendo um meio de tentar minimizar os impactos do clima externo no ambiente interno. Para alcançar o conforto térmico no interior dos galpões avícolas, deve-se considerar equipamentos de climatização como aquecedores (elétrico, gás ou a lenha) nas fases iniciais; ventilação e sistemas de resfriamento (nebulizadores ou painéis evaporativos) (FONSECA & FUNCK, 2008). Características como localização geográfica do aviário, tipos de cobertura, pintura externa da cobertura, sombreamento arbóreo, forro no teto, dimensão da instalação, altura do pé direito são alguns meios que contribuem para a melhoria do microclima interno (ALVES et al., 2004; SARMENTO et al., 2005; LIMA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2008; ABREU & ABREU, 2011).

Saber as condições climáticas da região em estudo pode ajudar na gestão das variáveis internas (temperatura do ar e amônia) que são dependentes das variáveis meteorológicas externas (ROJANO et al., 2016), possibilitando aos frangos de corte condições mais favoráveis de conforto (TINOCO, 2001). Em aviários com isolamento térmico adequado, a renovação do ar é mais exigida em dias com temperatura do ar externa acima dos limites de conforto da ave, necessária para manter a qualidade do ar no interior da instalação e controlar a temperatura do ar (CURI et al., 2014).

A importância do controle da temperatura interna nos aviários tem referência ao aumento ou diminuição da concentração de amônia no ar. A temperatura vai interferir no manejo de ventilação; na volatilização do íon amônio para amônia; além de temperaturas elevadas aumentarem a frequência respiratória dos frangos de corte e aumentar a inalação do gás, provocando maiores problemas na qualidade de vida da ave.

As taxas de ventilação são dependentes da idade da ave, do calor gerado pelas aves, do tamanho e localização da instalação (ROJANO et al., 2016). Altas taxas de ventilação são

vistas como minimizadoras da produção de amônia no interior do aviário (RONG et al., 2014).

3.2 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO

A ventilação é um meio necessário para a garantia do bem-estar e da produtividade animal, tornando-se uma medida para melhorar a qualidade do ar no interior dos aviários (FIEDLER et al., 2014). Dentro da ventilação, alguns avicultores optam pela ventilação por pressão negativa (por exaustão) ou pela pressão positiva (utilizando ventiladores); porém, ainda não está definido qual dos dois sistemas é mais eficiente do ponto de vista energético e mais adequado ao bem-estar animal.

Sistemas de pressão positiva possuem ventilação realizada por ventiladores que são distribuídos de forma longitudinal ou transversal. Sua eficiência está relacionada com a quantidade, disposição e vazão dos ventiladores. Os sistemas de pressão negativa é o processo pelo qual, com o aviário devidamente vedado, ocorre formação de vácuo no interior do aviário, realizado por meio da sucção de exaustores que ficam em lado inverso ao da entrada de ar. Atualmente, na avicultura de corte predomina o sistema de ventilação tipo túnel, com cortinas levantadas permanentemente e sistema mecanizado de ventilação. O número de exaustores dependerá da vazão de cada exaustor e da velocidade do ar adequada para manter a ambiência térmica e aérea das aves (CZARICK & LACY, 2000; ABREU, 2003).

Muitos estudos, desde a década de 80, comprovam a importância da ventilação para as aves, principalmente em relação à concentração de amônia. Lewis & Nicholson (1980) comparando três sistemas de ventilação (lenta, média e rápida) concluíram que a baixa taxa de ventilação torna a cama aviária úmida e com maior concentração de amônia. Avaliando a concentração de poeira e amônia por 24 horas, Wicklen & Allison (1989) observaram maiores concentrações de poeira em sistema de ventilação mecanizada e redução das concentrações de amônia, quando comparado com sistema de ventilação natural. Já o sistema de ventilação tipo túnel foi mais eficiente na remoção de gases dentro dos aviários em densidade de 18 aves m^{-2} se comparado a sistema de ventilação convencional com densidade de 13 a 15 aves m^{-2} (MIRAGLIOTTA, 2000). Estudando diferentes sistemas de ventilação mínima (exaustores + manejo de cortinas no fundo do aviário; exaustores + manejo de cortinas laterais; exaustores + ventilação natural com manejo das cortinas laterais), observou-se que a eficiência do sistema de ventilação mínima utilizado era função do volume de ar renovado, ou seja, a ventilação

mínima influencia no conforto térmico e na qualidade do ar e da cama de frango durante a fase de aquecimento (CARVALHO et al., 2011b).

A Tabela 2 exemplifica os casos acima, em que a concentração de gases aumenta nos sistemas com ausência de ventilação.

Tabela 2 - Concentração de dióxido de carbono (CO₂) e amônia (NH₃) nos sistemas de produção de frangos de corte com e sem ventilação

Gás (ppm)	Sistemas de ventilação	
	Com ventilação	Sem ventilação
CO ₂	1427,3 ^b	1527,7 ^a
NH ₃	23,2 ^b	29,2 ^a

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não apresentaram diferença pelo teste Tukey a 5%
Fonte: VIGODERIS et al., (2010).

A ventilação é uma das principais ferramentas para o controle da temperatura interna e da qualidade do ar nos aviários. Diante disso, a ventilação mínima, definida como a quantidade de ar por unidade de tempo, forçada ou natural, visa evitar o aumento da concentração de gases indesejáveis no interior do aviário, mantendo a qualidade do ar, atendendo a demanda de oxigênio das aves e visando seu bem-estar e sua saúde, sem interferência na temperatura e na sensação térmica das aves (VIGODERIS et al., 2010; CARVALHO et al., 2011b).

Valores referentes à máxima velocidade do ar, de acordo com Cobb (2015), são citados na Tabela 3.

Tabela 3 – Velocidade máxima do ar no nível das aves de acordo com idade

Idade das aves (dias)	Metros por segundo (m s ⁻¹)
0 -14	Ar parado
15-21	0,5
22-28	0,875
28 – até mais dias	1,75 – 2,5

Fonte: Cobb (2015).

Medir a taxa de ventilação se torna necessária para quantificar e minimizar os impactos causados pela concentração de gases. Porém, é difícil mensurar e detectar possíveis falhas ou o mau funcionamento dos ventiladores (MUHLBAUER et al., 2006). Envelhecimento e sujeira nos mecanismos acabam por reduzir a capacidade dos ventiladores/exaustores e aumentar a variabilidade de funcionamento entre eles (CASEY et al., 2008). Pela dificuldade de medir as emissões de gases, não é razoável esperar que uma taxa de ventilação seja estimada com certeza total (GATES et al., 2004).

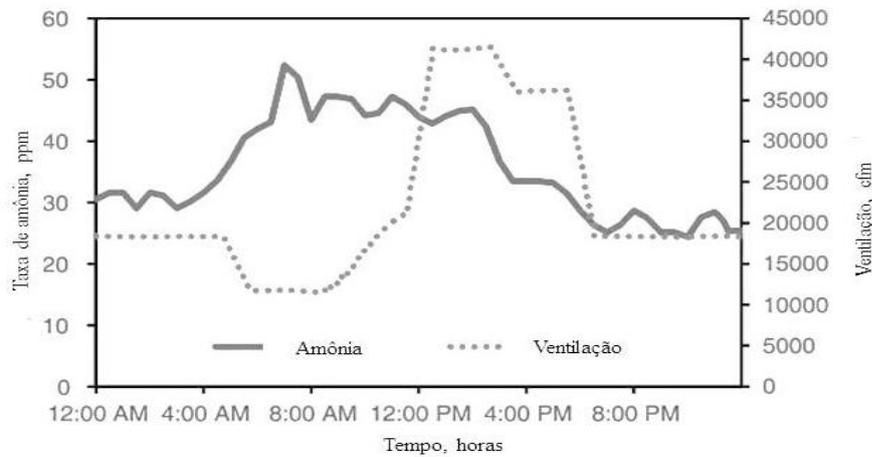
Um bom sistema de ventilação é responsável por remover o excesso de calor e de umidade e de reduzir a concentração de poeira e gases (TINÔCO, 2001; NÄÄS et al., 2007; CALVET et al., 2010; MANNO et al., 2011), e também reduzir a umidade produzida no galpão pela respiração das aves. As taxas de emissão de gases estão em função da taxa de ventilação (SCHIMIDT et al., 2002), na qual relata-se que as concentrações da amônia na cama de frango são mais baixas para maiores taxas de ventilação (REDWINE et al., 2002). Quando a ventilação não é suficiente, observa-se problemas respiratórios nas aves causados pelo excesso de poeira, umidade e gases (NH_3 , CO e CO_2).

Problemas são relatados em períodos de temperatura externa baixas. A tentativa de manter alta a temperatura para conforto das aves acaba por diminuir a taxa de ventilação, o que leva ao excesso de umidade e de amônia no interior do galpão (PAGANINI, 2004). Os aviários permanecem praticamente o dia todo fechado, dificultando a renovação de ar e aumentando os níveis de amônia (KNIZATOVA et al., 2010), porém esse manejo pode aumentar os níveis de umidade, gases, poeira (OLANDREWAJU et al., 2008; FAIRCHILD, 2009) e diminuir o desempenho das aves.

Quando a taxa de ventilação é baixa (04h00min; Figura 1), os níveis de amônia tendem a aumentar. Conforme aumenta a ventilação (12h00min) - consequência do aumento da temperatura externa para minimizar o desconforto térmico - diminui a concentração de amônia de 50 ppm, para próximo, a 20 ppm.

Nääs et al., (2007) verificaram diferenças estatísticas em relação aos horários de coleta do gás amônia. Os valores mais altos foram observados às 09h00min, devido às instalações não terem sofrido manejo de abertura de cortina durante a noite e primeiras horas do dia, em razão das baixas temperaturas.

Figura 1 – Taxa de amônia e ventilação em aviário de frango de corte durante o período de 24 horas, aos 40 dias de idade



Fonte: Hamilton (2013).

3.3 MANEJO DA CAMA DE FRANGO

Em sistemas produtivos de frango de corte, a amônia é formada a partir da decomposição microbiana do ácido úrico eliminado pelas aves (OLIVEIRA et al., 2003) e sua emissão aumenta, entre outros fatores, quando a temperatura, pH e umidade da cama estão elevados (MIRAGLIOTA et al., 2002). O controle das características da cama aviária representa a maior estratégia de manejo para a redução da volatilização da amônia, principalmente em relação ao pH e à umidade da cama.

A concentração de amônia tende a aumentar com o aumento do pH da cama de frango devido à decomposição do ácido úrico ser prejudicada em meio alcalino ($\text{pH} > 7,0$), em que a uricase - enzima responsável pela quebra deste ácido - tem sua atividade máxima em pH igual a 9,0 (BLAKE & HESS, 2001; LIU et al., 2009).

A quantidade de cama produzida e as características da cama de frangos dependem, sobretudo, do material utilizado, da época do ano, do número de lotes criados consecutivamente, do tempo de criação e da densidade de criação à que as aves foram submetidas. Considerando a produção média de cama de 2,19 Kg por frango de corte na matéria natural (SANTOS & LUCAS JR., 1997) e a produção de frangos de corte no Brasil em 2015 de 13,1 milhões de toneladas (UBABEF, 2015), estima-se que a produção de cama do ano tenha sido de aproximadamente 28,7 milhões de Kg de cama de frango.

Densidades de criação elevadas aumentam a excreção de dejetos e favorecem a emissão de amônia. Manno et al., (2011) confirmam que, quanto maior a densidade das aves

no aviário, ou seja, quanto maior o nível tecnológico, maior é a concentração de amônia em seu interior. Em relação à produção de cama de frango (Tabela 4), a matéria natural do segundo lote aumentou mais de 25 Kg de cama de frango na matéria natural, em densidade de criação de 16 aves m⁻². Valor menor se comparado com densidade de criação elevada (22 aves m⁻²; produção de 30 Kg de cama de frango na matéria natural; Tabela 4).

Tabela 4 – Produção de cama: matéria natural (Kg), matéria seca (Kg) e umidade (%) nas diferentes densidades (aves m⁻²), após dois lotes de criação

Lote	Densidade	Matéria natural	Umidade	Matéria seca	MS/ave (Kg)	DA (Kg MS)
1°	10	107,82	28,84	76,55	1,72	0,94
	16	137,36	33,20	91,36	1,34	0,83
	22	170,52	39,03	103,51	1,12	1,12
		138,57	33,72	90,47	1,40	0,97
2°	10	132,50	21,33	104,06	1,20	1,02
	16	164,31	28,12	118,09	0,99	0,87
	22	199,83	38,24	123,21	0,77	0,68
		165,55	29,26	115,12	0,99	0,86

DA = detritos acrescentados pelas aves; MS= matéria seca
Fonte: (Santos et al., 2005).

A reutilização da cama por vários lotes consecutivos diminui os custos com aquisição de cama nova que, dependendo da região, tem oferta escassa (FUKAYAMA et al., 2009). No entanto, essa reutilização pode levar a altos níveis de amônia no interior dos galpões (OLIVEIRA et al., 2003; MANNING et al., 2007; MEDEIROS et al., 2008; CARVALHO et al., 2011b), entre os fatores estão o aumento da temperatura e umidade da cama de frango.

Outra forma de diminuição da excreção de nitrogênio e de minimização da emissão de amônia e da poluição ambiental é a utilização do conceito de proteína ideal, a qual propõe fornecer uma maior eficiência na utilização da proteína e de aminoácidos, não alterando o desempenho animal (SCHIMIDT et al., 2011). Trabalhos comprovam que a diminuição nos níveis de proteína bruta na ração de frangos de corte diminuiu a excreção de nitrogênio (BREGENDAHL et al., 2002; RODRIGUES et al., 2008; VASCONCELLOS et al., 2011).

A utilização de produtos químicos pode ser utilizada para reduzir efeitos negativos da amônia sobre a produção de frango de corte. O objetivo é minimizar a perda de nitrogênio por fermentação, melhorar a qualidade física, química e microbiológica, propiciar maior conforto às aves, favorecendo seu desempenho zootécnico e sanitário (OLIVEIRA et al., 2003, 2004; LUCCA et al., 2012). A adição de substâncias ácidas reduz o pH, alterando o equilíbrio $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$, formando íons amônio que não é volátil. Entre os produtos químicos já pesquisados e mais utilizados para esta finalidade estão o sulfato de alumínio (OLIVEIRA et al., 2004; MEDEIROS et al., 2008), o gesso e o cal hidratada (OLIVEIRA et al., 2003; FERREIRA et al., 2004; BENNET et al., 2005).

4 IMPACTOS DO GÁS AMÔNIA NA PRODUTIVIDADE DOS FRANGOS DE CORTE

Altas concentrações de amônia no interior do aviário acabam por prejudicar o bem-estar das aves. Concentrações de amônia de 10 ppm já são sentidas pelo ser humano e acima de 50 ppm tornam as aves mais predispostas a doenças respiratórias, aumentam os riscos de infecções secundárias às vacinas e prejudicam os processos fisiológicos de trocas gasosas (OLIVEIRA et al., 2003; SIMIONI JR, et al., 2009), além de causar estresse aos frangos, levando à perda de peso e podendo provocar a mortalidade das aves (HERNANDES & CAZETTA, 2001; MILES et al., 2004; OWANDA et al., 2007; CORKERY et al., 2013; WANG et al., 2010). A Tabela 5 apresenta alguns dos efeitos da concentração de amônia para os frangos de corte, baseado em vários autores.

Tabela 5 – Efeito das concentrações de amônia (ppm) sobre a saúde dos frangos de corte

Concentração de amônia	Efeito sobre a saúde nas aves
10	Irritação da traqueia
20	Maior susceptibilidade a doença de New Castle e bronquite infecciosa
25	Redução no desempenho produtivo; problemas oculares
25-50	Inflamação dos sacos aéreos; aumenta a conversão alimentar
50	Alto índice de queratoconjuntivite; predisposição a doenças respiratórias e infecções secundárias; piora no desempenho zootécnico
100	Redução da taxa respiratória; aumento da mortalidade e cegueira

Fonte: Autoria própria.

Estudos revelam perdas de desempenho zootécnico de aves por altas concentrações de amônia; com níveis de 75 a 100 ppm, reduziu-se em 15% a produção de ovos e obteve-se menor peso médio final em frangos de corte (MACARI & FURLAN, 2004; MILES et al.,

2004). Em níveis de concentração de amônia crescentes, a mortalidade aumenta com o aumento dos níveis de amônia (MILES et al., 2004; WANG et al., 2010).

Níveis de 25 mg L^{-1} de NH_3 também ocasionam perdas significativas na performance das aves, indicando perdas de peso médio de até 90 gramas por aves durante sete semanas de criação (KOCAMAN et al., 2006; VIGODERIS et al., 2010). Na avaliação do desempenho de frangos de corte machos, sob concentrações de amônia de 0, 20, 25 e 75 ppm, durante 35 dias de idade, foi constatado que o peso final foi de 6 e 9% menores nos níveis de 50 e 75 ppm, respectivamente, quando comparado com o controle (0 ppm) (MILES et al., 2004).

Frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, que foram expostos a concentrações de 25 ppm de amônia, apresentaram o desenvolvimento de doenças oculares (MILES et al., 2006).

A diminuição da emissão de amônia vem se tornando importante para melhorar o bem-estar e a produtividade dos frangos de corte. Além disso, a recente preocupação das indústrias produtoras de animais tem colaborado para minimizar a emissão do gás para a atmosfera (MOORE et al., 2011).

Estudos de sistema de controle ambiental são realizados focando, tanto a saúde dos animais que vivem em confinamento, quanto a dos trabalhadores (NÄÄS et al., 2007; CARVALHO et al., 2011a, 2012a). Para a mitigação da emissão, utilizam-se as características que afetam na volatilização do gás como o tipo de instalação, umidade da cama, temperatura, umidade relativa do ar, ventilação e fluxo do ar (MIRAGLIOTTA, 2005).

5 ANÁLISE DOS DADOS

O aumento da produtividade animal está relacionado a um grande volume de informações coletadas, porém, organizar e analisar esse aumento de informações se torna complexo. A utilização de novas tecnologias de informação na tomada de decisão viabiliza o incremento da produção. O uso de métodos avançados de controle, por meio da automação de sistemas com o intuito de se diminuir as perdas decorrentes do processo produtivo e de aumentar a eficiência, torna-se uma realidade na atual produção competitiva de frangos de corte (SILVA et al., 2007).

O avanço em pesquisas científicas e novos instrumentos de planejamento acabaram produzindo e acumulando um vasto banco de dados. Técnicas como a metanálise e mineração de dados auxiliam na exploração destes dados e conhecimentos e, atuam como ferramenta de suporte mais precisa e análise adequada para tomada de decisões na avicultura.

5.1 METANÁLISE

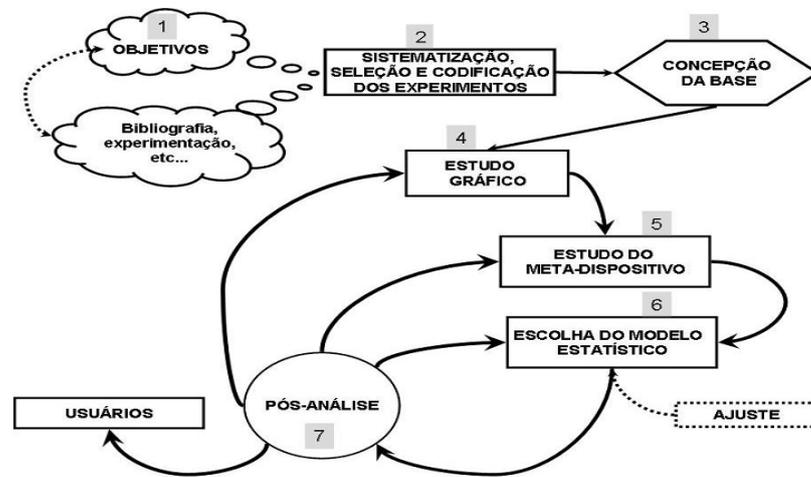
A metanálise foi definida por Glass (1976) como a análise estatística de uma grande coleção de resultados em estudos individuais como objetivo de integrar suas respostas. A metanálise consiste em colocar diferentes estudos em um mesmo banco de dados e utilizar metodologias analíticas e estatísticas para explicar a variância dos resultados utilizando fatores comuns aos estudos, com objetivo de aumentar a quantidade de estudos analisados (FAGARD et al., 1996; ROSCOE & JENKINS, 2005; LOVATO et al., 2007).

Entre as vantagens da utilização da metanálise, está a otimização dos resultados obtidos em pesquisas já realizadas usando métodos científicos com base em estatística (ST-PIERRE, 2001) e o aumento da quantidade de estudos analisados.

Uma das razões para utilizar a técnica de metanálise é resumir os resultados em um domínio de investigação, aumentar o poder estatístico de uma comparação, investigar como os resultados podem variar em função das características dos estudos revisados, oferecer recomendações para investigações futuras e extrair implicações práticas (DURLAK & LISPEY, 1991; LEANDRO, 2005).

As principais etapas referentes a uma metanálise estão descritas na Figura 2.

Figura 2 - Principais etapas da metanálise



Fonte: (Adaptado de SAUVANT et al., 2005).

A primeira etapa da metanálise se inicia com a definição do objetivo de uma pesquisa para depois realizar a sistematização de um conjunto de dados obtidos da literatura científica (LOVATTO et al., 2007), podendo limitar a pesquisa bibliográfica pelo grande número de dados disponíveis. A codificação dos dados permite melhor localização dos trabalhos dentro do banco de dados. Após o banco de dados pronto se avalia as publicações obtidas e se elas condizem com o objetivo definido inicialmente; trabalhos não selecionados serão excluídos nesta etapa.

A análise gráfica de dados permite a identificação da coerência e da heterogeneidade dos dados, além de poder estabelecer hipóteses ou clarear o objetivo para a escolha de um modelo estatístico (LOVATTO et al., 2007). É necessário conhecer o meta-dispositivo constituído pela estrutura dos experimentos para cada característica explicativa. Para isso, diferentes procedimentos devem ser aplicados antes e depois da análise estatística (LOVATTO et al., 2007). O modelo estatístico vai depender das variáveis em análise, se quanti ou qualitativas. Após a aplicação de um modelo estatístico de ajuste de dados, é conveniente realizar diferentes procedimentos pós-analíticos. Eles permitem conhecer melhor certos limites da análise realizada e saber se são necessárias algumas análises complementares (LOVATTO et al., 2007).

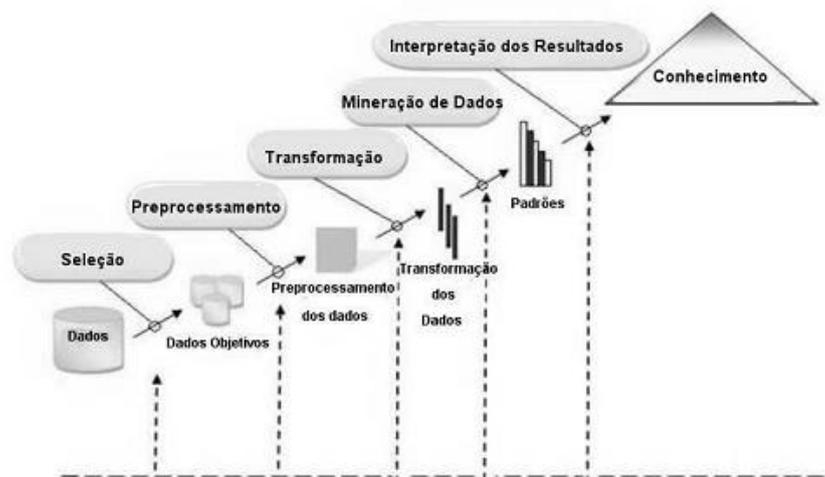
O uso da metanálise em ambiência animal possibilita a obtenção de uma amostra maior, pela combinação de vários estudos já realizados, permitindo uma resposta mais acurada do que a obtida em estudos individuais (GIANNOTI et al., 2002).

5.2 MINERAÇÃO DE DADOS

A mineração de dados é uma técnica de análise de banco de dados que iniciou na década de 90 e envolve tarefas de classificação, associação ou agrupamento (FAYYAD & STOORZ, 1997), em que consistem em analisar grandes volumes de dados de diferentes formas, observando informações não visíveis anteriormente.

Os passos para mineração compreendem a preparação de dados, a seleção de dados, a limpeza de dados, a incorporação de conhecimento prévio adequado e a interpretação adequada dos resultados (CORADINE et al., 2011), conforme a Figura 3.

Figura 3 - Principais tarefas da mineração de dados



Fonte: (FAYYAD & STOORZ, 1997).

A mineração de dados provém da análise inteligente e automática de dados para a descoberta de padrões ou irregularidades em grandes bancos de dados, envolvendo métodos matemáticos ou algoritmos (FAYYAD et al., 1996; HAN & KAMBER, 2006). A mineração de dados é uma etapa do procedimento descrito como *Knowledge Discovery in Databases* (KDD), que é um processo de identificação nos dados, de padrões válidos, potencialmente úteis e compreensíveis (FAYYAD & STOLORZ, 1996), que objetiva a utilização do conhecimento extraído por tarefas de trabalho específicas, empregando algum algoritmo, o qual permite modelar, associar ou agrupar dados semelhantes (REZENDE et al., 2005).

Para análise de banco de dados é utilizado a técnica de mineração de dados seguindo a metodologia CRISP-DM (*CRoss-Industry Standart Process for Data Mining*) proposta por Chapman et al. (2000). Esta metodologia propõe seis fases de execução:

- a) Entendimento do domínio: conhecimento dos objetivos do estudo e requisitos necessários, convertendo o conhecimento em um problema de mineração de dados;
- b) Conhecimento e entendimento do banco de dados: é a fase na qual se faz a coleta e se ganha familiaridade dos dados, identificando problemas na coleta;
- c) Preparação dos dados: construção do banco de dados final para realizar a modelagem, esta fase está subdividida em ‘seleção de atributos’, ‘seleção de registros’, ‘transformação e limpeza dos dados’;
- d) Modelagem: é a fase na qual será construído o modelo (árvore de decisão) e pode haver necessidade de retornar à fase anterior para possíveis ajustes;
- e) Avaliação dos resultados: o modelo já está construído e precisa ser avaliado para averiguar se atende os objetivos propostos na primeira fase, antes de poder ser utilizado, e se o modelo leva em consideração todos os parâmetros importantes para a aplicação;
- f) Aplicação: o modelo está pronto para ser entendido e utilizado a partir da geração de novos conhecimentos.

O resultado final é a construção de uma árvore de decisão, uma visualização gráfica que permite organizar as regras de classificação em uma árvore invertida, através do algoritmo J48. O primeiro nó da árvore de decisão é o nó raiz, o qual é o atributo que apresenta maior influência na classificação, e depois se distribui nos ramos que representam as condicionais para a classificação até as folhas que representam a classificação pelo atributo meta categórico.

O conhecimento da árvore de decisão pode ser representado através de regras de classificação do tipo SE_ENTÃO. Dessa forma, cada regra de classificação é feita a partir do seu caminho do nó raiz até o atributo meta (HAN & KAMBER, 2006). As regras são lidas de acordo com as divisões condicionais, na forma de Corpo → Cabeça, a partir de um nó raiz, onde SE “atributo x”, E “atributo y”, ENTÃO “Classe”.

A precisão é calculada a partir da matriz de confusão gerada para os dados de cada conjunto de treinamento com duas classes do modelo: C+ (classe positiva) e C- (classe negativa), podendo ter classificações tidas como Verdadeiros Positivos (VP) e Verdadeiros Negativos (VN), expressadas em porcentagem de acertos na classificação, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6. Matriz de Confusão para o cálculo da acurácia das classes e precisão dos modelos para classificação binária

Classe	Predito como C+	Predito como C-	Precisão da classe ¹	Precisão do Modelo ²
C+	Verdadeiros Positivos (VP)	Falsos Negativos (FN)	$\frac{VP}{(VP + FN)}$	$\left[\frac{(VP + VN)}{N} \right] \times 100$
C-	Falsos Positivos (FP)	Verdadeiros Negativos (VN)	$\frac{VN}{(VP + VN)}$	

¹Expresso em valores entre 0 e 1.

²N é o número de exemplos no conjunto de testes, precisão expressa em porcentagem.

Fonte: GOMES (2002).

Vale et al., (2008) utilizaram a mineração de dados para construção de árvore de decisão a partir de dados meteorológicos e de frangos de corte para modelar o impacto da incidência de ondas de calor na mortalidade de frangos de corte. Com auxílio da técnica de mineração de dados, Nascimento et al., (2011) classificaram o conforto térmico de frangos de corte com base nos índices de temperatura e umidade, com a temperatura superficial medida por termografia infravermelho. Rodrigues et al., (2013) analisaram a eficiência de um sistema de informação simples para diagnosticar possíveis condições de mortalidade em condições de espera pré-abate, através do uso de árvores de regressão e classificação.

5.3 GEOESTATÍSTICA

A geoestatística é uma ferramenta da estatística que permite a interpretação dos resultados baseada na estrutura de sua variabilidade natural (CARVALHO et al., 2012b) e se torna uma importante ferramenta no entendimento de fenômenos espaciais dentro de instalações para alojamento de animais (NÄÄS, 2011).

A dependência espacial é avaliada por meio do cálculo da semivariância, conforme Vieira (2000).

A semivariância é estimada pela equação 5:

$$\gamma^*(\mathbf{h}) = \frac{1}{2N(\mathbf{h})} \sum_{i=1}^{N(\mathbf{h})} [Z(\mathbf{x}_i) - Z(\mathbf{x}_i + \mathbf{h})]^2 \quad (\text{Equação 5})$$

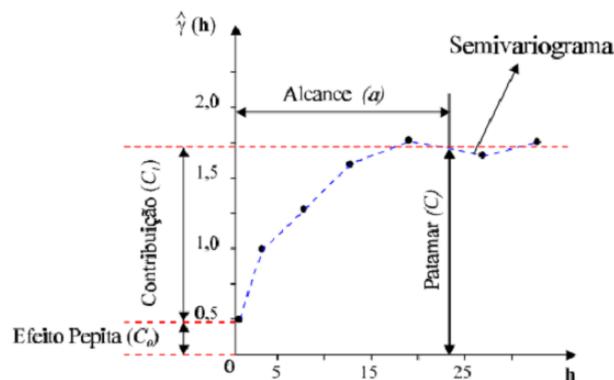
Sendo:

$N(h)$ é o número de pares de valores medidos;

$z(x_i)$ e $z(x_i+h)$ são valores da i -ésima observação da variável regionalizada, coletados nos pontos x_i e x_i+h ($i=1,\dots,n$), separados pelo vetor h .

O ajuste do modelo matemático aos valores calculados, a partir do cálculo da semivariância, é definido pelos coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita: C_0 ; variância estrutural: C_1 ; patamar: $C_0 + C_1$; e o alcance: a). O efeito pepita é o valor da semivariância para distância zero e representa o componente da variação ao acaso, ou seja, revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras; a variância estrutural é a diferença entre o patamar e o efeito pepita; o patamar é o valor da semivariância em que a curva estabiliza sobre um valor constante, é correspondente a seu alcance; e o alcance é a distância da origem até onde o patamar atinge valores estáveis, expressando a distância, além da qual, as amostras são correlacionadas espacialmente (VIEIRA et al., 2000; TRANGMAR et al., 1985), como pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 - Esquema básico de uma função semivariograma



Fonte: (YAMAMOTO & LANDIM, 2013).

Os dados são ajustados pelos modelos esférico, exponencial, modelo linear ou modelo gaussiano (Tabela 7), o qual é definido pelo ajuste do próprio software GS+:

Tabela 7 - Equações dos modelos de semivariogramas

Modelo	Equação	Onde
Esférico	$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[1,5 * \left(\frac{h}{a} \right) - 0,5 * \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right]$	
Exponencial	$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left\{ 1 - EXP * \left[-3 \left(\frac{h}{a} \right) \right] \right\}$	$\gamma(h)$ = variograma
Linear	$\hat{\gamma}(h) = C_0 + \frac{(C_1 * h)}{a}$	C_0 = efeito pepita
Gaussiano	$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left\{ 1 - EXP * \left[-3 \left(\frac{h}{a} \right)^2 \right] \right\}$	C_1 = contribuição h = distância a = alcance

Fonte: (YAMAMOTO & LANDIM, 2013).

Miragliotta et al., (2006) utilizaram geoestatística para identificar pontos críticos dentro de galpão de frangos de corte do tipo túnel, verificando aqueles locais passíveis de condições de estresse térmico. Carvalho et al., (2011b, 2012b) avaliaram, por meio da análise geoestatística, as condições iniciais de alojamento de frangos de corte em termos da qualidade da cama de frango reutilizada e do ar em aviários comerciais de produção com diferentes sistemas de ventilação mínima e tipologia de aviário. Curi et al., (2014) avaliaram os sistemas de ventilação em relação à qualidade do ambiente térmico e aéreo no interior dos aviários por meio da geoestatística.

CAPÍTULO II

META-ANALYSIS OF AMMONIA CONCENTRATION IN BROILER HOUSES

Metanálise da concentração de amônia em aviários comerciais de frango de corte

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.

26 técnica de mineração de dados. O estudo foi a coleta e tabulação de dados publicados no
27 período de 8 anos, que informaram a média da concentração de amônia em partes por milhão
28 (ppm), totalizando 24 trabalhos. A análise de dados foi através da técnica de mineração de
29 dados, para as classes de concentração de amônia menor que 20 ppm e igual ou acima deste
30 limite. Aviários de pressão negativa apresentaram altas concentrações de amônia e o horário
31 de coleta no turno da manhã apresentou condição de concentração de amônia igual ou acima
32 de 20 ppm. Aviários de tipologia convencional, utilizando maravalha e com densidade de
33 criação maiores de 15 aves m⁻² obtiveram classificação de concentração de amônia acima do
34 limite ideal (≥ 20 ppm).

35 **Palavras-chave:** avicultura, bem-estar animal, qualidade do ar, mineração de dados

36

37 INTRODUCTION

38 The control of broiler breeding environment helps maintain the physical factors that
39 directly interfere in animal welfare and performance. Among them are factors directly related
40 to thermal control and inside air quality (Amaral et al., 2011).

41 Facility typology, ventilation manager, litter physical and chemical characteristics and,
42 inside and outside environment conditions are associate with ammonia concentration increase
43 inside broilers house (Vigoderis et al., 2010; Manno et al., 2011; Corkery et al., 2013). The
44 recommended maximum ammonia limit is 20 ppm in environment, not exceeding 25 ppm in
45 birds height in long periods, although other researches affirm that above 10 ppm are sufficient
46 to influence health and productivity negatively (COBB, 2015; HFAC, 2014; Lourençoni et al.,
47 2015).

48 To obtain coherent and reliable results in studies that contain interference variability, meta-
49 analysis technique can be used (Lovatto et al., 2007). The database search help data mining
50 analysis in classification tasks (Fayyad & Stolorz, 1997), which is able to identify and classify

51 records, seeking patterns with future trends, represented by a classification tree. In poultry
 52 science, data mining technique was used to predict broiler mortality in heat conditions (Vale
 53 et al., 2008; 2010) and, in pre-slaughter conditions (Rodrigues et al., 2013). The present study
 54 aim accomplish a meta-analysis study of production conditions and ammonia concentration
 55 methodological processes studies in broilers, using data mining technique.

56

57

MATERIAL AND METHODS

58

59

60

61

62

63

64

Table 1. Variables used in meta-analysis database formation

Variables	Attributes
Facility typology	Blue House
	Dark House
	Conventional
Stocking density	Above de 15 birds m ⁻²
	Below de 15 birds m ⁻²
Poultry litter composition	Wood shavings
	Rice husk
Registration data time	Morning and afternoon (MA)
	Morning and night (MN)
	Morning, afternoon and night (MAN)
	Morning (M)

65

66 The selection criterion of parameters was the studies that showed the ammonia
67 concentration in the unit of parts per million (ppm) or convertible unit.

68 In addition to selection criterion, the chosen variables took two purposes: a) better
69 represent inside environmental quality characteristics; b) presenting all variables in the
70 selected papers. Relevant data of each work were systematized, grouped and later tabulated
71 and inserted into a database prepared in a spreadsheet.

72 Facility typology used in the study are Blue House (negative pressure tunnel ventilation
73 system, with exhausters and evaporative cooling panels and, lateral insulation with blue
74 polyethylene curtains); Dark House (mechanical negative pressure tunnel ventilation system,
75 with exhausts and evaporative panels for environment cooling and, lateral insulation with
76 polyethylene curtains black on inner face and white or silver outside); and Conventional
77 (positive ventilation system with ventilators and nebulizers, and the lateral insulation with
78 yellow polyethylene curtains). The material of poultry litter reported in the articles was
79 chosen by supply in the broiler houses regions, being selected for this study only wood
80 shavings and rice husks.

81 The attribute for classification were two distinct classes - "Adequate" (A) and "Not
82 Adequate" (NA). The "Adequate" class considered ammonia concentration below 20 ppm,
83 and "Not Adequate" class with ammonia concentrations equal or higher than 20 ppm.

84 The data analysis used data mining technique, applied methodology by Vale et al., (2010),
85 using Weka[®] 3.6 software and J48 algorithm to obtain classification trees of ammonia
86 concentration.

87 From the initial database, the models were evaluated and selected through model precision,
88 class precision, understand of generated rules, and experts analyzed the complexity of
89 decision trees according rules number and redundancy. The experts were professionals with

90 three years of experience in animal environment. Were used two approaches of analysis: I)
91 time of data registration; and II) poultry facility typology.

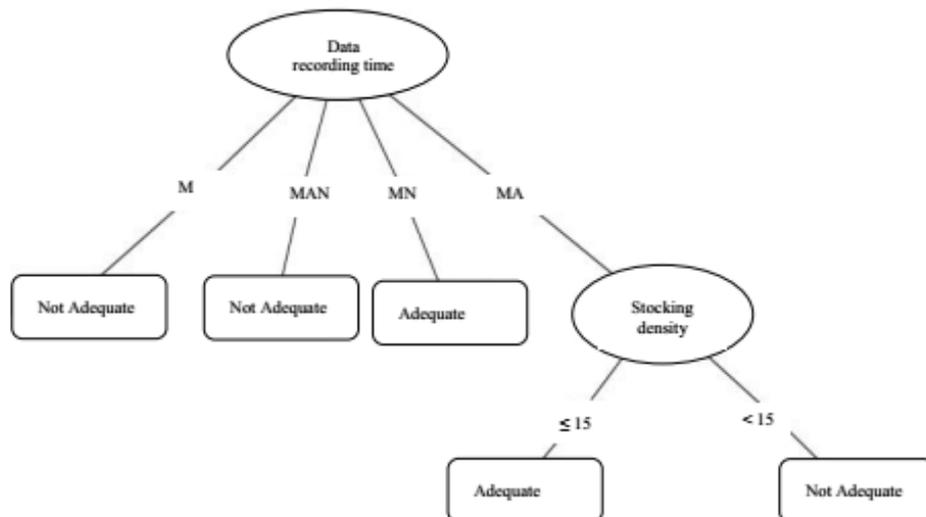
92

93 RESULTS AND DISCUSSION

94 Two decision trees represented better the dataset and reached the original aim (Figures 1
95 and 2). Decision trees are graphical representations that allow the extraction of classification
96 rules for ammonia concentration classified as "Adequate" and "Not Adequate". The rules are
97 generated and read by semantic conditionals from root node, where IF "attribute = x", AND
98 "attribute = y", THEN "class".

99 The approach that involved the methodological process of measuring ammonia
100 concentrations in broiler facilities showed differences in classification according data
101 recording time (Figure 1).

102



103

104 Figure 1. Classification tree from ammonia concentration recording time in broiler
105 facilities (Approach I, Model precision: 88.2%; Class A accuracy: 0.92; and Class NA: 0.85)

106

107 Data collection during the morning, classified ammonia concentration in "Not Adequate".
108 Nääs et al. (2007) verified statistical differences in relation ammonia concentration recording
109 time, the highest values were observed at 9:00 am, due to did not management minimum
110 ventilation manager in facilities during the night and the first hours of day, in view of low
111 temperatures.

112 The efficiency of the ventilation system in poultry facilities is an important tool for
113 verifying welfare, relating thermal comfort and air quality. Equipment such as ventilators and
114 exhausters, if properly adjusted, mitigate the effects of ammonia gas (Sousa et al., 2016). The
115 time of ammonia recording and Nääs et al. (2007) findings indicate an important cause of
116 variation in study methodologies related to gas measurement, requiring greater control or
117 ventilation rates measurement in facilities to establish a standard. Measurements of ventilation
118 rates reverse information for decision making, such as, management change (Santos et al.,
119 2009). Data recording time influences the results and is associated to thermal environment
120 and ventilation control systems based only on facility air temperature.

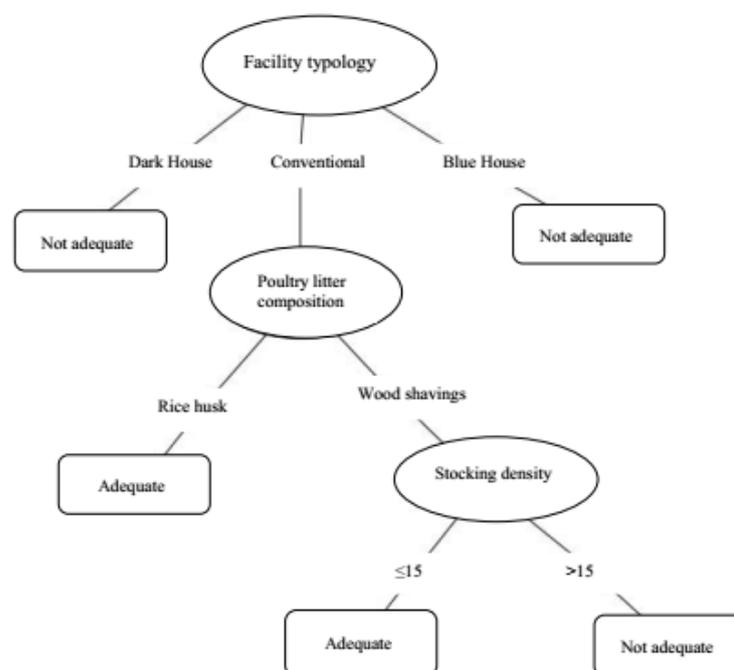
121 The "Not Adequate" condition was also observed when data recorded in two times -
122 morning and afternoon (MA) - and stocking density was above 15 birds m⁻². Manno et al.
123 (2011) study confirm that higher density of broilers, higher the level of technology in facility
124 and, more ammonia concentration inside.

125 The three time ammonia collection - morning, afternoon and night (MAN) - was classified
126 as "Not Adequate", the opposite of gas measurement in two times – morning and night (MN),
127 factor associated with low number of samples in database. This rule had a mathematical
128 standard for analysis, but does not have high relevance for large variability of the data
129 collected in different times.

130 For approach analysis conditions of broiler production environment (Figure 2),
131 conventional typology using rice husk litter, ammonia concentration was "Adequate", the

132 same classification for wood shavings at stoking density less than 15 birds m⁻². Carvalho et al.
 133 (2011) report that litter pH of wood shavings presents values close to 8.0, helping in
 134 biochemical degradation process of uric acid and in ammonia production. When pH is below
 135 7.0 ammonia volatilization is reduced, since the growth of the microorganisms is injured,
 136 reducing bacteria activity (Sousa et al., 2016).

137



138

139 Figure 2. Classification tree from facility typology and poultry litter composition to
 140 ammonia concentration in broiler houses (Approach II, model precision: 85.3%; Class A
 141 accuracy: 1.0; e Class NA: 0.79)

142

143 Dark House and Blue House facilities have been classified as "Not Adequate" from the
 144 point of view of ammonia concentration, ie, is probably that ammonia concentration exceeds
 145 20 ppm and cause problems for broilers and farmer. Conventional facilities presents lower
 146 ammonia concentration compared to dark house typology, reinforced others studies (Nääs et

147 al., 2007; Vigoderis et al., 2010; Manno et al., 2011; Lima et al., 2011; Carvalho et al., 2012).
148 As a Alloui et al. (2013), evaluating air quality in broilers houses with positive ventilation
149 (conventional typology), concluded that this typology have higher ammonia levels than
150 negative pressure facilities.

151 The model that approach data recording time (Figure 1) presented greater precision
152 (88.2%), followed by facility typology model (Figure 2; 85.3%). "Adequate" class presented
153 greater accuracy in the two models. For "Not Adequate" class, model 1 presented best
154 classification capacity (0.85 against 0.79 of model 2). The classification model of Figure 2
155 was the most accurate (1.0 vs 0.92 of model 1).

156 Ventilation systems have a limiting operation capacity and their activation is based on
157 inside temperature according to broilers age, where air quality becomes impaired, principally
158 in morning and night (Figure 1), a period that outside temperatures decrease (Vigoderis et al.,
159 2010; Menegali et al., 2012).

160 Environmental variables, such temperature, relative humidity, air velocity, ventilation rate
161 and, gas concentration influence broilers life quality, determining facility environmental
162 quality (Banhazi et al., 2008). Combine thermal and aerial environment with the ventilation
163 system is an option to improve broilers welfare. Use of gas sensors with temperature
164 controllers to activate ventilation system should more studies.

165 Although significant number of published works on facility inside air quality, there is a
166 lack of information about study methodological procedures, especially of ammonia
167 concentration. The comparison of gas concentration and emission rates has great variation
168 sources, such as, the different geographic locations of facility, management practices and litter
169 substrate (Vergé et al., 2009), broiler age, stocking density and, climatic conditions. This
170 requires new standards of data collection and ventilation conditions, psychrometry and, litter
171 chemistry, which allow increase information and knowledge of future studies.

CONCLUSIONS

172

173 1. The different broilers house (Dark House, Blue House) presented greater difficulty in
174 maintaining air quality with high concentrations of ammonia, classified as "Not Adequate".

175 2. Data recording time influences the result of environmental conditions analyzes, in the
176 morning ammonia concentration condition was above 20 ppm.

177 3. Litter substrate, in conventional facility typology, influences ammonia concentration.

178 4. Wood shavings was classified "Not Adequate" for ammonia concentration at stoking
179 densities greater than 15 birds m⁻².

180

ACKNOWLEDGEMENT

181

182 The authors thank to CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
183 Superior) and to CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico,
184 (process 483001/2013-9)) for the project financial support.

185

LITERATURE CITED

186

187 Alloui, N.; Alloui, M. N.; Bennoune, O.; Bouhental, S. Effect of Ventilation and
188 Atmospheric Ammonia on the Health and Performance of Broiler Chickens in Summer. J.
189 World's Poultry, v. 3, n.2, p. 54-56, 2013.

190 Amaral, A.G.; Yanagi Junior, T.; Lima, R. R.; Teixeira, V. H.; Shiassi, L. Effect of the
191 production environment on sexed broilers reared in a commercial house. Revista Arquivo
192 Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, n.3, p.649-658, 2011.

193 Banhazi, T. M.; Seedorf, J.; Laffrique, M.; Rutley, D. L. Identification of the risk factors
194 for high airborne particle concentrations in broiler buildings using statistical modeling.
195 Biosystems Engineering, v.101, p.100-110, 2008.

196 Carvalho, T. M. R.; Moura, D. J.; Souza, Z.M.; Souza, S. G.; Bueno, F. G. F. Qualidade da
197 cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. Revista Pesquisa
198 Agropecuária Brasileira, v.46, n.4, p.351-361, 2011.

199 Carvalho, T. M. R. C.; Moura, D. J.; Souza, Z. M.; Souza, G. S.; Bueno, L. G. B.; Lima, K.
200 A. O. Use of geostatistics on broiler production for evaluation of different minimum
201 ventilation systems during brooding phase. Revista Brasileira Zootecnia, v.41, n.1, p.194-202,
202 2012.

203 COBB- Cobb Vantress Brasil Ltda. Broiler management guide. Arkansas: Cobb-Vantress.
204 2015. 65p

205 Corkery, G.; Ward, S.; Kenny, C.; Hemmingway, P. Monitoring Environmental Parameters
206 in Poultry Production Facilities. Computer Aided Process Engineering, v. 1, p.1-10, 2013.

207 Fayyad, U.; Stolorz, P. Data mining and KDD: promise and challenges. Future Generation
208 Computer Systems, v.13, p.99-115, 1997.

209 HFAC. HUMANE FARM ANIMAL CARE. 2014. Padrões do HFAC para a produção de
210 frangos de corte. Disponível em:
211 [http://www.brazil.ecocert.com/system/files/Std14%20Frangos%20de%20Corte%20\(Chickens](http://www.brazil.ecocert.com/system/files/Std14%20Frangos%20de%20Corte%20(Chickens%20)%201A_.pdf)
212 [\)%201A_.pdf](http://www.brazil.ecocert.com/system/files/Std14%20Frangos%20de%20Corte%20(Chickens%20)%201A_.pdf). Acesso em 24 de outubro de 2015.

213 Lima, K. A. O.; Moura, D. J.; Carvalho, T. M. R., Bueno, L. G. F.; Vercelino, R. A.
214 Ammonia Emissions in Tunnel-Ventilated Broiler Houses. Revista Brasileira de Ciência
215 Avícola, v. 13, n.4, p. 265-270, 2011.

216 Lourençoni, D.; Yanagi Junior, T.; Oliveira, D. D.; Campos, A. T.; Lima, R. R. Condições
217 ambientais em galpão convencional telado para galinhas poedeiras *hyline* W-36. Revista
218 Engenharia Agrícola, v.35, n.1, p. 1-10, 2015.

- 219 Lovatto, P.A.; Lehnen, C. R.; Andretta, I.; Carvalho, A. D.; Hauschild, L. Meta-análise em
220 pesquisas científicas - enfoque em metodologias. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36,
221 suplemento especial, p.285-294, 2007.
- 222 Manno, M. C.; Lima, K. R. S.; Aguilar, C. A. L.; Souza, N. S. S.; Barata, Z. R. P.; Viana,
223 M. A. O. Produção de amônia no interior de galpões avícolas com modificações ambientais.
224 *Revista Ciências Agrárias*, v.54, n.2, p.159-164, 2011.
- 225 Menegali, I., Tinoco, I. F. F.; Carvalho, C. C. S.; Souza, C. F.; Martins, J. H.
226 Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de
227 pintos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.1, p.106–113,
228 2013.
- 229 Nääs, I. A.; Miragliotta, M. Y.; Baracho, M. S.; Moura, D. J. de. Ambiência aérea em
230 alojamento de frangos de corte: poeira e gases. *Engenharia Agrícola*, v.27, n. 2, p.326-335,
231 2007.
- 232 Rodrigues, V. C.; Vieira, F. M. C., Silva, I. J. O. Mineração de dados para estimativas de
233 mortalidade pré-abate de frangos de corte. *Revista Archivos de Zootecnia*, v. 62, n. 239, p.
234 469-472, 2013.
- 235 Santos, P. A.; Baeta, F. C.; Tinôco, I. F. F.; Albino, L. F. T.; Cecon, P.R. Ventilação em
236 modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do
237 ar e no desempenho das aves. *Revista Ceres*. v. 56, n. 2, p. 172-180, 2009.
- 238 Sousa, F. C.; Tinôco, I. F. F.; Paula, M.O.; Silva, A. L.; Souza, C. F.; Batista, F. J. F.;
239 Barbari, M. Medidas para minimizar a emissão de amônia na produção de frangos de corte:
240 revisão. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 10, n.1, p. 51-61, 2016.
- 241 Vale, M. M., Moura, D. J., Nääs, I. A., Oliveira, S. R. M., Rodrigues, L. H. A. Data mining
242 to estimative broiler mortality when exposed to heat wave. *Scientia Agrícola*, v.65, n.3, p.223-
243 229, 2008.

- 244 Vale, M. M., Moura, D. J., Nääs, I. A., Pereira, D. F. Characterization of heat waves
245 affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. *Revista Brasileira de*
246 *Ciência Avícola*, v.12, n.4, p.279-285, 2010.
- 247 Vergé, X. P. C.; Dyer, J. A.; Desjardins, R. L.; Worth, D. Long-term trends in greenhouse
248 gas emissions from the Canadian poultry industry. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 18,
249 p. 210-220, 2009.
- 250 Vigoderis, R. B.; Cordeiro, M. B.; Tinôco, I. F. F.; Menegali, I.; Souza Júnior, J. P.;
251 Holanda, M. C. R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua
252 influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. *Revista Brasileira de*
253 *Zootecnia*, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010.

CAPÍTULO III

META-ANALYSIS OF AMMONIA EMISSION IN BROILER HOUSES

Metanálise da emissão de amônia em aviários de frango de corte

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

Meta-analysis of ammonia emission in broiler houses
Metanálise da emissão de amônia em aviários de frangos de corte

**Tatiane Branco^{(1)*}, Maurício Portella dos Santos⁽¹⁾, Marcos Martinez do Vale⁽²⁾,
Thayla Morandi Ridolfi de Carvalho Curi⁽³⁾, João Paulo Aquino Santos⁽¹⁾, Daniela de
Jorge Moura⁽³⁾ e Daniela Regina Klein⁽¹⁾**

⁽¹⁾ Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Camobi, 97108-900, Santa Maria, RS, Brasil. Email: tatibranco91@gmail.com. ⁽²⁾ Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro Juvevê, CEP: 80035-050, Curitiba, PR, Brasil. ⁽³⁾ Faculdade de Engenharia Agrícola, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Bairro Barão Geraldo, CEP: 13083970 – Campinas, SP, Brasil.

1 **Meta-analysis of ammonia emission in broiler houses**

2 **Metanálise da emissão de amônia em aviários de frangos de corte**

3
4 **ABSTRACT:** Indoor air quality in poultry production facilities is a factor that
5 influences the productivity and poultry welfare. This meta-analysis aim evaluates the
6 ammonia emission in broilers houses using the data mining technique. The database was
7 constructed from a meta-analysis containing 15 scientific articles that allowed, through
8 the data mining technique, obtain two classification approaches: a) high ammonia
9 emission levels ($\geq 42.2 \text{ mg Kg}^{-1}$ of poultry litter) and b) low ammonia emission levels
10 ($< 42.2 \text{ mg Kg}^{-1}$ of poultry litter). Only dark house was qualified for "High" ammonia
11 emission due the winter season. The wood shavings poultry litter presented low
12 emission when in conventional houses, in contrast to rice husk (high ammonia
13 emission). Poultry litter with pH above 8.3 and stocking density greater than 12 birds m^{-2}
14 obtained "High" ammonia emission classification. The rules of the figure models
15 allowed extract coherent and useful knowledge in meta-analysis databases.

16 Keywords: aerial environment, intelligent systems, data mining

17
18 **Metanálise da emissão de amônia em aviários de frangos de corte**

19
20 **RESUMO:** A qualidade do ar interior nas instalações de produção avícola é um fator
21 que influencia a produtividade e o bem-estar das aves. Este objetivo de metanálise
22 avalia a emissão de amônia em casas de frangos de corte utilizando a técnica de
23 mineração de dados. A base de dados foi construída a partir de uma metanálise
24 contendo 15 artigos científicos que permitiram, através da técnica de mineração de
25 dados, obter duas abordagens de classificação: a) altos níveis de emissão de amônia (\geq
26 $42,2 \text{ mg Kg}^{-1}$ de cama de frango) e b) ($<42,2 \text{ mg Kg}^{-1}$ de cama de frango). Apenas o
27 aviário *Dark House* foi classificado para emissão de amônia "Alta" devido a estação do
28 ano inverno. A cama de frango de maravalha apresentou baixa emissão quando em
29 aviários convencionais, em contraste com a casca de arroz (alta emissão de amônia). A
30 cama de frango com pH acima de 8.3 e densidade de criação superior a 12 aves m^{-2}
31 obtiveram classificação de emissão de amônia "Alta". As regras dos modelos de figuras
32 permitiram extrair conhecimento coerente e útil em bancos de dados de metanálise.

33 Palavras-chave: ambiente aéreo, sistemas inteligentes, mineração de dados

34

35

INTRODUCTION

36 The adequate maintenance of thermal animal environmental in broiler facilities
37 positively helps poultry and workers of the sector welfare and productivity (Nääs et al.
38 2007; Carvalho et al. 2011). The emission of ammonia gas, generated from the
39 volatilization of microbial decomposition in poultry litter, in high concentrations
40 becomes harmful to the broilers (Carvalho et al. 2011) and implies of removal this gas
41 from broilers houses, resulting in environmental impacts questions of the emission.

42 The emission of ammonia is related to characteristics of the poultry litter and the
43 production environment in which the birds are housed. Mitigate the emissions and
44 improve the air quality in poultry facilities has been studied to avoid losses in animal
45 productivity (Carvalho et al. 2011; Miles et al. 2013; Lima et al. 2013; Katukurunda et
46 al. 2016). Ammonia production rates and emission are dependent on local weather
47 conditions of temperature, relative humidity and wind speed (Battye et al. 1994); pH,
48 humidity, animal management and poultry litter composition (Araújo et al. 2007; Lima
49 et al. 2013); birds age, feed intake and nitrogen excretion (Mendes et al. 2012).

50 Meta-analysis is an important tool that allows the formation of databases from
51 scientific research, and applying analytical and statistical methodologies to explain the
52 variance of the results, using common factors of studies (Roscoe e Jenkins 2005). Data
53 mining is a promising analysis technique that has been applied in poultry science (Vale
54 et al. 2010; Lima et al. 2013), allowing the extraction of implicit patterns and
55 information from database (Fayyad e Stolorz 1997), and also applied in meta-analysis
56 studies of air ambience. This meta-analysis aim evaluates the ammonia emission in
57 broilers houses using the data mining technique.

58

59

MATERIAL AND METHODS

60 The meta-analysis study used 15 scientific articles published between 2006 and
61 2015. The articles selection criterion were the presence of emission or estimation of
62 ammonia emission in milligram unit of ammonia per kilogram of poultry litter (mg Kg^{-1})
63 ¹) or in a convertible unit, the data of each article being systematized, grouped and later
64 tabulated and inserted in a database prepared in spreadsheet.

65 The classification attribute was defined as a function of the emissions mean
 66 observed in the tabulated studies and the standard deviation (SD) of the ammonia
 67 emission mean (Tab. 1), with R[®] statistical program (version 3.1.1).

68

69 **Table 1.** Descriptive statistics from ammonia emission database.

Mean	Minimum	Maximum	Median	SD ¹	N ²
23.2	0.2	125.8	12.6	18.9	121.0

70 ¹SD: standard deviation; ²N: number of observations

71

72 As criterion were used mean values more one SD for upper limit of the "High"
 73 class ($\geq 42.2 \text{ mg Kg}^{-1}$) or "Low" ($< 42.2 \text{ mg Kg}^{-1}$) for ammonia emission per kilogram
 74 of poultry litter.

75 To classify the emission of ammonia in milligrams per kilogram of poultry litter,
 76 the final database was composed of five attributes and one classifier attribute that was
 77 separated into two categories: low emission and high emission (Tab. 2).

78

79 **Table 2.** Meta-analysis attribute list.

N ^o	Attribute	Type/Description
1	Facility typology	- Blue House - Dark House - Conventional
2	Poultry litter composition	- Rice husk - Coffee husk - Wood shavings
3	Stoking density	- Above 12 birds m ² - Below 12 birds m ²
4	Seasons	-Winter -Summer
5	Poultry litter pH	- Above 8.3 - Below 8.3
Classifier	Ammonia emission	- "High" $\geq 42.2 \text{ mg Kg}^{-1}$

- "Low" < 42.2 mg Kg⁻¹

80

81 To analyze the database, the data mining technique was applied according
82 CRISP-DM methodology (CROSS-Industry Standard Process for Data Mining)
83 proposed by Chapman et al. (2000), with this execution phases: A) Domain
84 understanding ; B) Database knowledge and understanding; C) Data preparation; D)
85 Modeling; E) Results evaluation.

86 The computational program used for the analysis was the Weka[®], version 3.6,
87 using the J48 algorithm for construction of ammonia emission classification trees
88 (Witter, Frank e Hall 2011). The classification trees models is a graphic visualization
89 that allows organize the classification rules in an inverted tree where the first attribute -
90 the root node - have greater power of classification, followed by the branches that
91 represent the conditionals for the classification until the sheets that represent the
92 classification. The rules are read according to conditional divisions, in Body form →
93 Head, from root node, where IF "attribute x", AND "attribute y", THEN "class".

94 The evaluation of the models was based on model precision and the classes
95 through the Contingency Matrix, where closer to 100%, better accuracy of model
96 classification. Three modeling approaches were used: (I) for facility typology; (II)
97 composition of litter and (III) poultry litter characteristics.

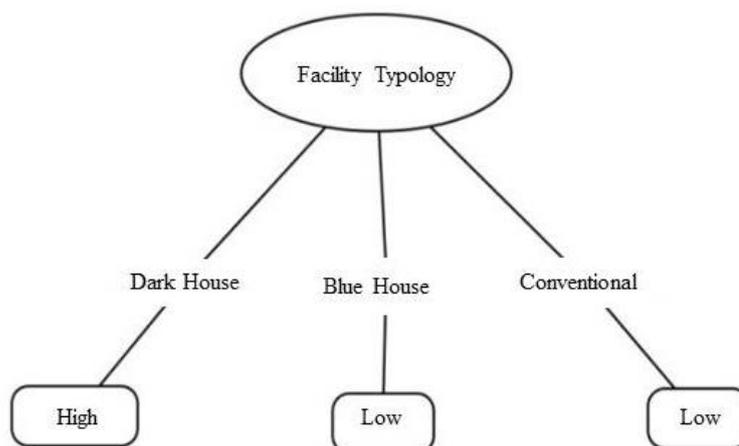
98

99

RESULTS AND DISCUSSION

100 Three decision trees with high accuracy were selected for ammonia emission in
101 broiler houses, based on facility typology (approach I, 86.0%) and poultry litter
102 characteristics (approach II, 84.7%; and III, 88.3%).

103 In approach I, the root node, most relevant variable and classification power for
104 ammonia emission was the facility typology (Fig. 1). Among the three types used by
105 commercial broiler production, the conventional and the blue house typologies were
106 classified as "Low" for ammonia emission, while in dark house ammonia emission is
107 higher than 42.2 mg Kg⁻¹.



108

109 **Figure 1.** Ammonia emission classification three based in facility typology (Model
 110 precision: 86.0%; High class accuracy: 0.71; and Low class accuracy: 0.93).

111

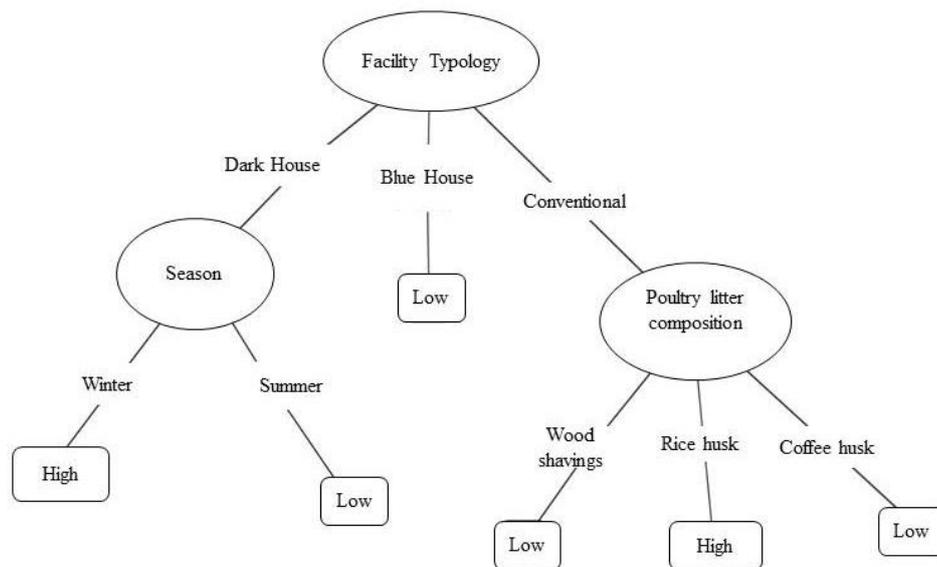
112 According Lima et al. (2011), ammonia emissions were low in conventional
 113 houses, when the litter is new. Comparing dark house and blue house, the first presented
 114 higher ammonia emission (Lima et al. 2011, 2015). This support the first classification
 115 approach (Fig. 1), in which conventional houses were classified with low emission; in
 116 contrast to dark house (classified with high ammonia emission).

117 Technological innovations are constant when seeking improve production rates,
 118 reduce production costs and increase profits. Dark house is one innovation that obtained
 119 great improvement in the productive index and welfare of broilers, according Rovaris et
 120 al. (2014), but for ammonia emission was observed a worsening in emission, probably
 121 due to the high productivity of this system (Fig. 1).

122 Acclimatized houses are composed of computerized equipment that regulate
 123 conditions of temperature, humidity and wind speed (Melo et al. 2008) according to
 124 broilers welfare. In this situation, the aerial environment is not considered, because not
 125 exist sensors available for gas concentration measure. Inappropriate ventilation
 126 situations causing air renewal failure and promote gas concentration. The ventilation
 127 activation combining temperature and ammonia concentration should be more studied.

128 In the approach II, the root node is again the facility typology. Dark house in
 129 winter had "High" rating for ammonia emission and "Low" in summer condition (Fig.
 130 2).

131



132

133 **Figure 2.** Ammonia emission classification three based in facility typology (Model
 134 precision: 84.7%; High class accuracy: 0.75; and Low class accuracy: 0.86).

135

136 Harper et al. (2010) evaluating negative pressure poultry houses concluded that
 137 in summer, emission rates increase compared to winter. In winter conditions, the
 138 emission of ammonia can become high because the reduced control of ventilation, in
 139 tropical countries, due maintain adequate internal temperature, which difficult the
 140 elimination of gases.

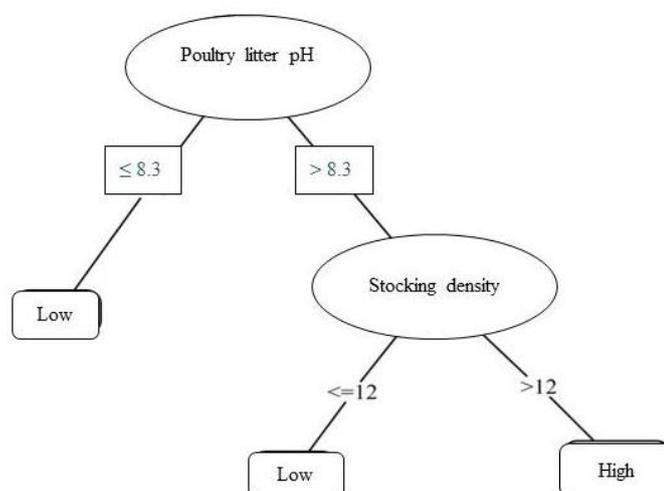
141 Poor curtain sealing in broiler houses also influences temperature and air quality,
 142 worsening broiler productivity. Bad sizing of ventilators or exhausters, as well as their
 143 lack of air renewal capacity, increases the concentration of gases in the house.
 144 Measurements of flow rates are rarely used, which reflect the high ammonia emissions
 145 observed. Methodological errors of measurement can underestimate the air velocity
 146 inside the houses.

147 Poultry litter substrates are used to absorb humidity and retain poultry excreta,
 148 and the quality of the litter is responsible for increase ammonia emission. Depending on
 149 the broiler production region, the use of substrates depends from residue generation and
 150 acquisition costs. Freitas et al. (2011) report the humidity, temperature and pH of the
 151 litter as potential factors associated to ammonia volatilization.

152 The wood shavings, used in conventional houses, are one of the main substrates
 153 used as litter in the poultry industry. It was classified as a "Low" condition for ammonia

154 emission, the same classification of the coffee husk substrate used mainly in Brazil
 155 Southwest region.

156



157

158 **Figure 3.** Ammonia emission classification three based in poultry litter
 159 composition (Model precision: 88.3%; High class accuracy: 0.76; and Low class
 160 accuracy: 0.93).

161

162 In the third analysis approach, considering poultry litter characteristics, when
 163 litter pH was higher than 8.3 and stocking density greater than 12 birds m², the
 164 classified emission condition was "High" (Figure 3, second rule from left to right: IF
 165 "litter pH" > 8.3 and "stocking density" > 12 birds m⁻² THEN class "High"). This rule is
 166 coherent and other studies confirm increase in ammonia emission when litter pH are
 167 higher than 7.0 (Freitas et al. 2011) and with broilers in third week of age (Lima et al.
 168 2015). When the pH of the poultry litter values are close to 7.0, all the ammonia is
 169 transformed into ammonium ions (NH₄⁺) that not volatilize. High stocking densities
 170 increase the excreta volume and enlarge ammonia emission.

171

172 Despite the great variability of results from ammonia emission studies used in
 173 this meta-analysis (mean of 23.2, standard deviation of 18.9, minimum of 0.2 and
 174 maximum of 125.87 mg of ammonia emitted per Kg of produced broiler), the
 175 classification approach generated models with 86.0% (I, Fig. 1), 84.7% (II, Fig. 2) and
 176 88.3% (III, Fig. 3). The most important classifications, the high emission, generated an
 accuracy of 0.71; 0.75; and 0.76 for the approaches of Figures 1; 2; and 3, respectively.

177 In this way, the rules of the models of the figures allowed extract coherent and
178 useful knowledge in meta-analysis databases. Classification approaches of meta-
179 analysis databases provide knowledge extraction and summarization of studies contexts
180 such as ammonia emission by broilers in a specific time interval.

181

182

CONCLUSIONS

183 The classification of the ammonia emission as "High" was due to dark house and
184 winter season. The wood shavings showed low ammonia emission when in
185 conventional houses, in contrast to rice husk (high ammonia emission). Poultry litter in
186 houses with pH above 8.3 and stocking density greater than 12 birds m⁻² obtained high
187 emission of ammonia. The rules of the figure models allowed extracting coherent and
188 useful knowledge in meta-analysis databases.

189

190

ACKNOWLEDGEMENT

191 The authors thank to CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
192 Nível Superior) and to CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
193 Tecnológico, (process 483001/2013-9)) for the project financial support.

194

195

REFERENCES

196 ARAÚJO, J. S.; OLIVEIRA, V.; BRAGA, G. C. Desempenho de frangos de
197 corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. *Ciência Animal Brasileira*,
198 v. 8, p. 59-64, 2007.

199 BATTYE, R.; BATTYE, W.; OVERCASH, C.; FUDGE, S. Development and
200 Selection of ammonia emission factors. Final report of US EPA (Environmental
201 Protection Agency), 111p, 1994.

202 CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MINETTE,
203 L. J. Segurança, saúde e ergonomia de trabalhadores em galpões de frangos de corte
204 equipados com diferentes sistemas de abastecimento de ração. *Revista Engenharia
205 Agrícola*, v. 31, p. 438-447, 2011.

206 CHAPMAN, P.; CLINTON, J.; KERBER, R.; KHABAZA, T.; REINARTZ, T.
207 SHEARER, C. WIRTH, R. CRISP-DM 1.0: step-by-step data mining guide. 2000.

- 208 FAYYAD, U.; STOLORZ, P. Data mining and KDD: promise and challenges.
209 Future Generation Computer Systems, v. 13, p. 99-115, 1997.
- 210 FREITAS, L. W.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; LIMA, N. D. S.
211 Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte. BioEng, v.
212 5, p. 142-151, 2011.
- 213 HARPER, L.A.; FLESCH, T.K.; WILSON, J.D. Ammonia emissions from
214 broiler production in the San Joaquin Valley. Poultry Science, v. 89, p. 802-814, 2010.
- 215 KATUKURUNDA, K. G. S. C., BUDDHIKA, H. A. A. Y., GAMAGE, M. K.
216 W., DISSANAYAKE, P., E SENARATNA, D. A quality enhancement green strategy
217 for broiler meat by application of turmeric (*Curcuma longa*) powder as litter amendment
218 to affect microbes, ammonia emission, pH and moisture. Scientific Journal for Food
219 Industry, v. 10, p. 452-457, 2016.
- 220 LIMA, K.A.O.; MOURA, D.J.; CARVALHO, T.M.R.; BUENO, L.G.F.;
221 VERCELLINO, R.A. Ammonia emissions in tunnel-ventilated broiler houses. Poultry
222 Science, v. 13. p. 265-270, 2011.
- 223 LIMA, N. D. S.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; PONSO R.
224 Model-predicted ammonia emission from two broiler houses with different rearing
225 systems. Scientia Agrícola, v. 72, p. 393-399, 2015.
- 226 LIMA, N. D. S.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; PONSO R.; ARAÚJO, F. E.
227 Estimativa de emissão de amônia em aviários no interior do Mato Grosso do Sul.
228 Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v.9, 2013.
- 229 MELO, C. O.; SILVA, G. H.; ESPERANCINI, M. S. T. Análise econômica da
230 produção de frango sob condições de risco no estado do Paraná. Revista Ciência e
231 Agrotecnologia, v. 32, p. 1919-1926, 2008.
- 232 MENDES, L.B.; TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; SARAZ, J. A. O. O ciclo do
233 nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma
234 revisão. PUBVET, v. 6, p. 1383, 2012.
- 235 MILES, D. M.; BROOKS, J. P.; MCLAUGHLIN, M. R.; ROWE, D. E. Broiler
236 litter ammonia emissions near sidewalls, feeders, and waterers. Poultry Science, v. 92,
237 p. 1693–1698, 2013.

- 238 NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J.
239 Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. Revista Engenharia
240 Agrícola, v. 27, p. 326-335, 2007.
- 241 ROSCOE, D. D.; JENKINS, S. A Meta-Analysis of Campaign Contributions
242 Impact on Roll Call Voting. Social Science Quarterly, v. 86, p.56-68, 2005.
- 243 ROVARIS, E.; CORREA, G. S. S.;CORREA, A. B.; CARAMORI JUNIOR, J.
244 G.; LUNA, U. V.; ASSIS, S. D. Desempenho de frangos de corte criados em aviários
245 *dark house* versus convencional. PUBVET, v. 8, p.1778, 2014.
- 246 VALE, M.M.; MOURA, D. J.; NAAS, I. A.; PEREIRA, D. F. Heat waves
247 characterization with impact over broilers mortality rates between 29 days old at the
248 slaughter. Brazilian Journal of Poultry Science, v. 12, p. 279-285, 2010.
- 249 WITTEN, I. H; FRANK, E.; HALL, M. A. Data mining: practical machine
250 learning tools and techniques. 3ª edição. Elsevier: Morgan Kaufmann, p. 66, 2011.

CAPÍTULO IV

CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA EM AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE EM CONDIÇÃO TÉRMICAS AMENAS E DE CALOR

Ammonia concentration in broiler houses in mild and warm thermal conditions

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Ammonia concentration in broilers houses in mild and warm thermal conditions

Abstract: The air environment in broiler houses requires differentiated management according to the year season to maintain the concentration of ammonia below 10 ppm, limit for broilers present adequate performance and well-being. Periods of extreme heat may require different climate control strategies and their knowledge is critical. The objective of this work was to evaluate the concentration of ammonia and the thermal environment in different typologies of aviaries and climatic condition. The data were collected in six aviaries with different typologies, in 42 points equidistant in the area of occupation of the birds. The concentration and ammonia variables and air temperature were measured at each point and applied to the geostatistical analysis to generate maps of spatial dependence and area differentiation. The concentration of ammonia tends to be higher in the central part and at the end of the aviaries, values in which the internal temperature was higher. Better ventilation maneuvers could solve the problems with high temperature and ammonia concentration throughout the aviaries.

Index terms: geostatistics, animal ambience, ammonia

Introdução

Os fatores que influenciam o desempenho zootécnico na criação dos frangos de corte, entre outros, são a temperatura, umidade relativa do ar e ventilação. Dificilmente, esses fatores são encontrados nos limites ideais para o bem-estar dos frangos de corte no interior do aviário (Oliveira et al., 2006).

As condições de ambiente interno são fortemente influenciadas pelo ambiente externo e dias de extremo de calor podem exigir mais das instalações e da climatização. As previsões

54 do aquecimento global ampliam o risco de exposição ao estresse por calor, exigindo melhores
55 eficiências nos aviários para manter condições de conforto térmico (Mendonça, 2006).

56 Os investimentos em tecnologia nas instalações de frango de corte estão sempre em
57 pesquisa e apontam para a interferência que o ambiente de criação exerce sobre a
58 produtividade animal (Moura et al., 2006; Nazareno et al., 2009). Sistemas de ventilação são
59 utilizados para manter os limites de termoneutralidade para frangos de corte e, como forma
60 indireta, minimizar a concentração de amônia no interior dos aviários. Concentrações de
61 amônia acima de 10 ppm influenciam no bem-estar e produtividade dos frangos de corte
62 (Cobb, 2015), principalmente, no final do ciclo de produção, quando aumenta o acúmulo de
63 excretas e, conseqüentemente, a volatilização de amônia.

64 A eficiência do sistema de ventilação em aviários é uma importante ferramenta para
65 verificação do bem-estar, relacionando o conforto térmico e qualidade do ar. Equipamentos
66 como ventiladores e exaustores, se bem ajustados, são responsáveis por amenizar os efeitos
67 do gás amônia (Sousa et al., 2016). Na maioria dos aviários, sensores de temperatura são
68 alocados no centro da instalação e, por meio desse sensor, acontece a tomada de decisão em
69 relação ao acionamento/desligamento dos exaustores. O mau posicionamento desse sensor
70 gera imprecisão na análise das reais necessidades ambientais para as aves, devido à grande
71 quantidade de fatores relacionados (Ponciano et al., 2011), acarretando problemas no conforto
72 térmico, qualidade do ar e, conseqüentemente afetando o bem-estar das aves. As mensurações
73 de taxas de ventilação poderão reverter em informações para tomadas de decisões como a
74 alteração do seu manejo (Santos et al., 2009).

75 A geoestatística é uma ferramenta que permite a interpretação dos resultados baseada
76 na estrutura de sua variabilidade natural, por meio do cálculo da dependência espacial (Vieira,
77 2000), e o conhecimento dessa dependência pode auxiliar no entendimento de melhores

78 manejos de ambiência nos aviários; como estudos sobre a variabilidade espacial das variáveis
79 relacionadas ao ambiente aéreo e às condições da cama no interior de galpões de produção de
80 frangos de corte (Tasistro et al., 2004; Miles et al., 2006; 2008). Os mapas de variabilidade
81 espacial de dados revelam que a análise de um único ponto de medição deve ser feita com
82 cautela, para que um valor sub ou superestimado não seja relatado como uma condição
83 representante do fenômeno em estudo (Miles et al., 2008). O objetivo deste trabalho foi
84 avaliar a concentração de amônia e o ambiente térmico em diferentes tipologias de aviários e
85 condições meteorológicas amenas e de calor.

86

87

Material e Métodos

88 A coleta de dados foi realizada em seis aviários de frango de corte, quatro localizados
89 no estado do Paraná e dois aviários localizados no Rio Grande do Sul, entre os anos de 2015-
90 2016, em períodos de calor e temperatura amena com o objetivo de coletar dados em
91 condições térmicas diferentes.

92 O aviário I era do tipo *Blue House*, aviário com sistema de ventilação mecânica do
93 tipo túnel de pressão negativa com isolamento lateral por cortinas, sendo o sistema de
94 resfriamento adaptado para entrada de ar, dimensão de 12x120x3 m e densidade de 18,0 aves
95 m⁻².

96 Os aviários II e III eram do tipo *Blue House*, aviários semelhantes com sistema de
97 ventilação mecânica do tipo túnel de pressão negativa com isolamento lateral por cortinas,
98 sem sistema de resfriamento para entrada de ar, dimensão de 14x100x3 m, e densidade de
99 14,5 e 12,8 aves m⁻², medidos, respectivamente, no verão e no inverno para maior
100 proximidade na idade das aves.

101 O aviário IV era de tipologia *Dark House*, com sistema de ventilação mecânica do tipo
102 túnel de pressão negativa com isolamento lateral por cortinas pretas, dimensão de 16x150x3
103 m, densidade de criação era de 14,0 aves m⁻². A entrada de ar era do lado contrário aos
104 exaustores com sistema de resfriamento evaporativo.

105 Os aviários V e VI eram de tipo Convencional, aviário com sistema de ventilação
106 natural do tipo de pressão positiva, com sistema de ventilação por manejo de cortinas e
107 densidade de 11 aves m⁻². A dimensão era de 112x14x3 m e 100x12x3 m, para os aviários V e
108 VI, respectivamente.

109 Os aviários eram de orientação leste-oeste, reutilização de cama de maravalha para os
110 aviários I a IV e de casca de arroz para os aviários V e VI. Todos os aviários eram de
111 linhagem Cobb[®], exceto o VI que utilizou linhagem Hubbard[®]. Os aviários I e II foram
112 coletados no verão e os aviários III a VI, no inverno.

113 As variáveis analisadas foram a concentração de amônia (ppm), temperatura externa
114 (°C) e temperatura interna (°C) na zona de ocupação das aves, a 20 cm de altura da cama do
115 aviário. A coleta dos dados foi realizada às 13h30min, em 42 pontos equidistantes, para todos
116 os aviários e às 9h00min para o aviário *Dark House* (IV), a fim de avaliar o período de menor
117 temperatura da manhã. A concentração de amônia foi medida pelo equipamento Dräger (PAC
118 7000 NH₃ 0 a 300ppm) e as temperaturas registradas por meio de Dataloggers (Instrutherm
119 HT-500).

120 A variabilidade dos dados de amônia, temperatura interna e externa foram avaliadas
121 por meio da análise exploratória dos dados, obtendo-se a média, mediana, valores máximos e
122 mínimos, desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de curtose, coeficiente de
123 assimetria; e também foi realizado a correlação de Pearson das variáveis internas e
124 concentração de amônia, através do programa estatístico R[®] (versão 3.1.6).

125 Foi realizada a correção numérica para os dados de temperatura a partir da adaptação
126 da metodologia proposta por Barbosa Filho et al., (2009), com o intuito de corrigir a
127 defasagem de tempo entre a coleta do primeiro e último ponto em decorrência da coleta
128 manual dos dados. Para isso, foram mensurados os dados nos pontos de coletas e, antes do
129 término da coleta, realizou-se novamente a coleta de temperatura no primeiro ponto de coleta
130 (Figura 1), devido à possibilidade de possível alteração desta condição com o passar do
131 tempo.

132 O método de análise dos dados foi a geoestatística para modelar a dependência
133 espacial da concentração de amônia e da temperatura interna.

134 O ajuste do modelo matemático aos valores calculados, a partir do cálculo da
135 semivariância, é definido pelos coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o
136 efeito pepita: C_0 ; variância estrutural: C_1 ; patamar: $C_0 + C_1$; e o alcance: a). O efeito pepita é o
137 valor da semivariância para distância zero e representa o componente da variação ao acaso; o
138 patamar é o valor da semivariância em que a curva estabiliza sobre um valor constante; o
139 alcance é a distância da origem até onde o patamar atinge valores estáveis, expressando a
140 distância, além da qual, as amostras não são correlacionadas (Vieira et al., 2000; Trangmar et
141 al., 1985).

142 Foi utilizado o software GS⁺ para verificar a dependência espacial e a variabilidade
143 dos dados (Robertson, 2008). Para elaboração dos mapas de distribuição espacial das
144 variáveis, foi utilizado o programa Surfer (Golden Software, 2009).

145

146

Resultados e Discussão

147 Os aviários I, II e III não estiveram no limite ideal de temperatura para a idade das
148 aves (27,6; 30,4 e 25,5 °C, respectivamente; Tabela 2). Valores que estão aquém do

149 recomendado, ou seja, acima do intervalo ideal entre 21 a 23 °C; 19 a 21°C e 18°C,
150 respectivamente, prejudicando o desempenho zootécnico (Araujo et al., 2011; Cobb, 2015).
151 Os outros aviários analisados (IV, V, VI) ficam dentro do limite ideal para aves na terceira
152 semana de idade, entre 21 a 23 °C (Tabela 2; Cobb, 2015).

153 A média de concentração de amônia esteve dentro do limite ideal proposto por Cobb
154 (2015). Os aviários IV e VI foram os únicos que estiveram dentro do limite ideal de amônia
155 (< 10 ppm), quando observado o máximo de concentração de gás dentro do aviário, ficando o
156 mais próximo possível da condição ideal de bem-estar e qualidade de ar.

157 Em aviários com isolamento adequado, a renovação do ar é mais exigida em dias com
158 temperatura externa acima dos limites de conforto da ave, necessária para manter a qualidade
159 do ar no interior da instalação, controlar a temperatura do ar e aumentar perda de calor por
160 convecção (Curi et al., 2014). Fator que se observa nos aviários em que a temperatura externa
161 é elevada (aviário I, II) e a idade da ave são maiores (aviário III).

162 O estudo de correlação entre a concentração de amônia e as variáveis internas do
163 aviário possui importância para a quantificação da magnitude e direção das influências de
164 causa e efeito entre as variáveis. As temperaturas interna e externa obtiveram valores altos
165 positivos, indicando que ambas as variáveis são beneficiadas ou prejudicadas pela mesma
166 causa de variação. O aumento da temperatura interna ou externa, a concentração de amônia
167 tende a elevar, principalmente em aviários mais tecnificados (Lima et al., 2011). Isso pode ser
168 comprovado através da correlação por ponto de medição (Tabela 4) em que somente o aviário
169 tipo *Blue House* em condição de clima ameno apresentou efeito significativo ($p < 0,001$) para
170 concentração de amônia e temperatura interna.

171 As variáveis em estudo apresentaram dependência espacial, caracterizada pelo ajuste
172 dos modelos teóricos de semivariogramas (Tabela 5).

173 Os semivariogramas da concentração de amônia, no aviário I, foram ajustados no
174 modelo esférico e, no aviário III, exponencial; nos outros aviários (II, IV, V e VI), foram
175 ajustados pelo modelo gaussiano. Para temperatura interna, todos os aviários foram ajustados
176 pelo modelo gaussiano, exceto o aviário VI, que teve classificação no modelo esférico.

177 A análise da relação $C_0/(C_0+C_1)$ mostra a grau de dependência espacial (GDE). O grau
178 de dependência espacial foi calculado por meio da relação $C_0/(C_0+C_1)*100$, classificando-o
179 como forte para $GDE \leq 25\%$; moderado para GDE entre 25 e 75%, e fraco para $GDE > 75\%$
180 (Cambardella et al., 1994). Quanto maior a dependência espacial, menor será a contribuição
181 do efeito pepita na variabilidade dos dados, conseqüentemente, melhores serão as estimativas
182 na krigagem (Viera, 2000). As variáveis apresentaram grau de dependência espacial moderada
183 e fraca (Tabela 5). Pela apresentação dos valores moderados ou fortes para o grau de
184 dependência espacial, a distribuição dos atributos microclimáticos e aéreos no espaço não é
185 aleatória (Carvalho et al., 2012; Curi et al., 2014).

186 A concentração de amônia apresentou maiores valores na parte central do aviário,
187 entre 17 e 20 ppm nos três primeiros e 9 a 12 ppm nos três últimos aviários analisados; e nas
188 proximidades dos exaustores nos aviários II e III (17 a 20 ppm). O aviário V obteve valores
189 elevados na parte da frente, comprovando que a ventilação era deficitária neste local, e, ao
190 longo do galpão, as concentrações foram baixas e constantes. Os resultados indicam
191 problemas no manejo da ventilação, podendo ser minimizados com a utilização da ventilação
192 mínima (Carvalho et al., 2012).

193 Aviários do tipo Convencional apresentaram concentrações de amônia (V: 4,2; VI: 2,2
194 ppm; Tabela 2) em menores níveis se comparados aos de tipologia *Blue House* (I: 7,4; II: 9,4;
195 IV: 4,3 ppm) e *Dark House* (III: 6,4 ppm), corroborando com trabalhos científicos (Nääs et
196 al., 2007; Vigoderis et al., 2010; Manno et al., 2011; Lima et al., 2011; Carvalho et al.,

197 2012).No entanto, de acordo com o trabalho de Lima et al., (2015), comparando aviários *Dark*
198 *House* e *Blue House*, o primeiro aviário apresentou maior emissão de amônia.

199 Os aviários II e III foram avaliados em relação ao período de calor e ao de clima
200 ameno, apresentando maiores concentrações de amônia no calor (9,4 ppm) que em
201 temperaturas amenas (6,4 ppm), corroborando com Harper et al., (2010) que avaliaram
202 aviários de pressão negativa e concluíram que, no calor, as taxas de emissão aumentam em
203 relação ao inverno.

204 Os aviários, independentemente da tipologia, apresentaram maiores temperaturas no
205 final do aviário (Figura 3), além de manterem temperaturas aquém da recomendada para a
206 idade. Remetendo à maior necessidade de controle dos sistemas de ventilação, a fim de
207 manter o ambiente mais homogêneo. Esta condição é observada no aviário I (Figura 3), onde,
208 mesmo acima da temperatura ideal, obteve maior homogeneidade ao longo do aviário, em
209 média de 28 °C, aumentando para 31 °C no final do galpão.

210 Os resultados do aviário II indicam a importância do sombreamento para minimizar as
211 temperaturas internas. Nesta situação, a lateral esquerda (norte) sombreada, apresentou
212 menores temperaturas quando comparada com a direita, na qual não tinha sombreamento. A
213 vedação também é um fator importante, pois, no meio do aviário, observou-se uma faixa de
214 temperatura elevada, ocasionada pela má vedação de uma porta lateral. Características como
215 localização geográfica, tipos de cobertura, pintura externa da cobertura, sombreamento
216 arbóreo, forro no teto, entre outros, influenciam no isolamento térmico das instalações,
217 tornando-as mais independentes das condições externas (Alves et al., 2004; Lima et al., 2009;
218 Sarmiento et al., 2005).

219 A má vedação de cortinas em aviários também influencia na qualidade térmica e do ar,
220 piorando a produtividade do lote. O mau dimensionamento dos ventiladores ou exaustores,

221 assim como sua falta de capacidade de renovação do ar, aumenta a concentração de gases no
222 aviário. Situações inadequadas de ventilação acabam causando falhas na renovação de ar
223 promovendo o acúmulo de gases.

224 Os aviários convencionais (V e VI) apresentaram elevadas temperaturas que poderiam
225 ser minimizadas pela utilização da ventilação mínima adequada. A ventilação mínima,
226 volume de ar renovado por intervalo de tempo, em aviários é capaz de melhorar a temperatura
227 ideal e de minimizar os efeitos dos gases (Vigoderis et al., 2010; Carvalho et al., 2012),
228 garantindo ambiência para aves e trabalhadores.

229 A avaliação da homogeneidade dos parâmetros climáticos é essencial para assegurar a
230 qualidade do manejo do ambiente térmico e aéreo, a fim de minimizar a ocorrência de regiões
231 quentes e com pouca renovação de ar, melhorando a qualidade e a produção do lote (Bournet
232 & Boulard, 2010). Os sistemas de pressão negativa são mais eficientes em relação à
233 uniformidade das variáveis ambientais (Bueno & Rossi, 2006), observados nos aviários I, III e
234 IV. Aliar a ambiência térmica e aérea em função do sistema de ventilação é uma opção para
235 melhorar os índices de bem-estar em frangos de corte.

236

237

Conclusões

238 Em condições amenas, os aviários apresentaram condições dentro da ideal (abaixo de
239 10 ppm) para a concentração de amônia, obtendo médias menores de concentração em relação
240 às condições de calor. Maiores temperaturas acabaram se associando ao aumento da
241 concentração de amônia nos aviários. Os mapas de distribuição espacial apresentaram-se
242 como uma ferramenta útil para avaliação da ambiência aérea e térmica dos aviários nas
243 condições de calor e tempo ameno. A concentração de amônia tende a ser maior na parte
244 central e final dos aviários, lugares onde em que foi constatado maior temperatura interna.

245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo 483001/2013-9) pelo apoio financeiro do projeto.

Referências

ALVES, S. P.; RODRIGUES, E. H. V. Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas. **Engenharia Agrícola**, v.24, p.241-245, 2004.

ARAUJO, R.B.; FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E.; LIMA, C.G.; TREVISAN, R.B.; SOUZA, K.M.R.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, V.N. Modelos de superfície de resposta para predição do desempenho de frangos e elaboração de análise econômica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12(3), p.770-783, 2011.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIERA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A.N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38(12), 2009.

BOURNET, P.E.; BOULARD, T. Effect of ventilator configuration on the distributed climate of greenhouses: A review of experimental and CFD studies. **Computers and Electronics in Agriculture**, n.74, p.195–217, 2010

BUENO, L. G. F. & ROSSI, L. A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 497-504, 2006.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PRKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58(5), p.1501-1511, 1994.

270 CARVALHO, T.M.R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L.
271 G. F.; LIMA, K. A. O. Use of geostatistics on broiler production for evaluation of different
272 minimum ventilation systems during brooding phase. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.41(1),
273 p.194-202, 2012.

274 COBB- Cobb Vantress Brasil Ltda. Broiler management guide. Arkansas: Cobb-
275 Vantress. 2015. 65p

276 CURI, T. M. R. C.; VERCELLINO, R. DO A.; MASSARI, J. M.; SOUZA, I. M.;
277 MOURA, D. J. Geoestatística para a avaliação do controle ambiental do sistema de ventilação
278 em instalações comerciais para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v.34, p. 1062-1074,
279 2014.

280 GOLDEN SOFTWARE INC. **Surfer for windows**: realese 7.0, contouring and 3D
281 surface mapping for scientist's engineersuser's guide. New York: Golden software, 1999.
282 619p

283 HARPER, L.A.; FLESCHE, T.K.; WILSON, J.D. Ammonia emissions from broiler
284 production in the San Joaquin Valley. **Poultry Science**. v. 89 (9), p.1802-814, 2010.

285 LIMA, K. R. S.; ALVES, J. A. K.; ARAÚJO, C. V.; MANNO, M. C.; JESUS, M. L.
286 C. DE; FERNANDES, D. L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em
287 galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião
288 metropolitana de Belém. **Revista Ciência Agrária**, v.51, p.37-50, 2009.

289 LIMA, K.A.O.; MOURA, D.J.; CARVALHO, T.M.R.; BUENO, L.G.F.;
290 VERCELLINO, R.A. Ammonia emissions in tunnel-ventilated broiler houses. **Poultry**
291 **Science**, v.13(4), p. 265-270, 2011.

292 LIMA, N. D. S.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; PONSO R.
293 Model-predicted ammonia emission from two broiler houses with different rearing systems.
294 **Scientia Agrícola**, v.72(5), p.393-399, 2015.

295 MANNO, M. C.; LIMA, K. R. S.; AGUILAR, C. A. L.; SOUZA, N. S. S.; BARATA,
296 Z. R. P.; VIANA, M. A. O. Produção de amônia no interior de galpões avícolas com
297 modificações ambientais. **Revista Ciências Agrárias**, v.54(2), p.159-164, 2011.

298 MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns
299 indicadores da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.2, p.71-86, 2006.

300 MILES, D.M.; OWENS, P.R.; ROWE, D.E. Spatial variability of litter gaseous flux
301 within a commercial broiler house: ammonia, nitrous oxide, carbondioxide, and methane.
302 **Poultry Science**, v.85, p.167-172, 2006.

303 MILES, D.M.; ROWE, D. E.; OWENS, P. R. Winter broiler litter gases and nitrogen
304 compounds: Temporal and spatial trends. **Atmospheric environment**, v.42(14), p.3351-3363,
305 2008.

306 MOURA, D.J., NÄÄS, I.A., PEREIRA, D.F., SILVA, R.B.T.R. E CAMARGO, G.A.
307 2006. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. **Revista**
308 **Brasileira de Ciência Avícola**, v.8, p. 137-148, 2006.

309 NÄÄS, I. DE A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M. DOS S.; MOURA, D.J.
310 DE. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia**
311 **Agrícola**, v.27(2), p.326-335, 2007.

312 NAZARENO, A. C. PANDORFI, H. ALMEIDA, L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA,
313 E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte
314 sob regime de criação diferenciado. **Revista brasileira de engenharia Agrícola e**
315 **Ambiental**, v. 13(06), p. 802-808, 2009.

316 OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ,
317 R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho
318 e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 ao 49 dias de idade. **Revista**
319 **brasileira de zootecnia**, v. 35(3), p. 797-803, 2006.

320 PONCIANO, P. F.; LOPES, M. A.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, G. A. S.
321 Análise do ambiente para frangos por meio da lógica fuzzy: uma revisão. **Archivos de**
322 **Zootecnia**, v. 60 (R), p. 1-13, 2011.

323 ROBERTSON, G.P. **GS+**: geostatistics for the environmental sciences (version 5.1 for
324 windows). Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.

325 SANTOS, P. A.; BAETA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P.R.
326 Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico,
327 na qualidade do ar e no desempenho das aves. **Revista Ceres**. v. 56(2), p. 172-180, 2009.

328 SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W.
329 B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o
330 desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v.26, p.117-122, 2005.

331 SOUSA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULA, M.O.; SILVA, A. L.; SOUZA, C. F.;;
332 BATISTA, F. J. F.; BARBARI, M. Medidas para minimizar a emissão de amônia na
333 produção de frangos de corte: revisão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.
334 10(1), p. 51-61, 2016.

335 TASISTRO, A.S.; KISSEL, D.E.; BUSH, P.B. Spatial variability of broiler litter
336 composition in a chicken house. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.29-43, 2004.

337 TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to
338 spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v.38(1), p.45-93, 1985.

339 VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In:
340 NOVAIS, R.F.; ALVARES, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R(Eds.). Tópicos em ciência do solo.
341 Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-53.

342 VIGODERIS, R. B.; CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; MENEGALI, I.; SOUZA
343 JÚNIOR, J. P.; HOLANDA, M. C. R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões
344 avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. **Revista**
345 **Brasileira de Zootecnia**, v.39(6), p.1381-1386, 2010.

346 YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; VAZ, E.; RAZPAKOVSKI, V.; SHINDER, D. Air
347 velocity alters broiler performance under harsh environmental conditions. **Poultry Science**,
348 v.80, p.724-726, 2001.

Tabela 1. Descrição dos aviários coletados para análise geoestatística.

Aviário	Idade da ave (dias)	Densidade de criação (aves m ²)	Dimensão do aviário (m ²)	Linhagem	Cama aviária
I	28	18,0	1440	Cobb	Maravalha
II	35	14,5	1440	Cobb	Maravalha
III	44	12,8	1440	Cobb	Maravalha
IV	24	14,0	2400	Cobb	Maravalha
V	28	11,0	1568	Cobb	Casca de arroz
VI	28	11,0	1200	Hubbard	Casca de arroz

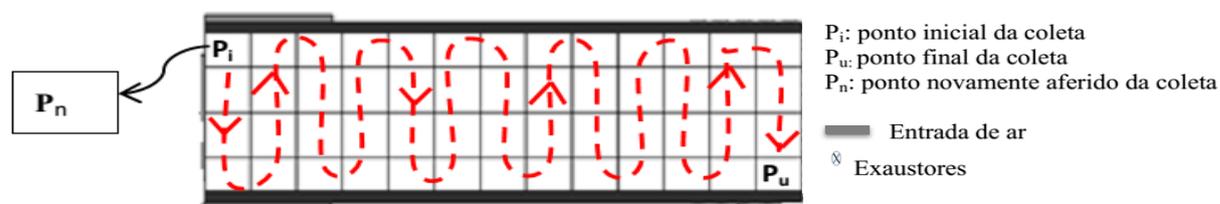


Figura 1. Distribuição dos pontos onde foram coletados a temperatura e concentração de amônia para análise geoestatística.

Tabela 2. Estatísticas das variáveis concentração de amônia no ar (ppm) e temperatura do ar interna e externa (°C) para os aviários I, II, III, IV, V e VI.

Variável	Aviário	M	Med	Min	Max	DP	Var	Cur	As
Amônia	I	7,48	7	0	23	5,26	27,67	0,20	0,48
	II	9,45	9	0	24	6,21	38,64	-0,19	0,27
	III	6,48	6	0	21	5,57	31,13	-0,46	0,49
	IV	4,33	5	0	10	3,68	13,58	-1,51	-0,05
	V	4,23	0	0	23	6,11	37,45	1,05	1,35
	VI	2,26	0	0	9	3,12	9,74	-1,14	0,79
Temperatura	I	27,61	29,60	10,23	32,36	5,57	31,07	1,96	-1,73
	II	30,42	29,42	27,41	34,10	2,13	4,57	-1,56	0,31
	III	25,56	25,73	23,22	27,14	0,91	0,84	-0,63	-0,43

Interna	IV	20,88	21,41	15,10	23,09	1,82	3,33	2,46	-1,60
	V	23,20	23,29	21,30	24,64	0,83	0,70	-0,51	-0,26
	VI	24,16	24,01	23,26	25,82	0,57	0,33	1,56	1,21
Temperatura externa	I	32,15	32,05	31,5	33,1	0,59	0,35	-0,46	0,69
	II	37,42	37,4	37,2	37,6	0,17	0,03	-2,32	-0,05
	III	23,51	23,5	23,0	24,0	0,38	0,14	-1,42	-0,12
	IV	17,28	17,6	16,4	17,9	0,68	0,46	-2,58	-0,60
	V	20,83	20,9	20,1	21,5	0,43	0,18	-1,18	-0,26
	VI	21,57	21,5	20,9	22,4	0,35	0,12	-0,79	0,17

M= Média; Med = mediana; Min = mínimo; Max= máximo; DP= desvio padrão; Var = variância; Cur = curtose; As= assimetria

Tabela 3. Correlação entre a concentração de amônia e as variáveis internas e temperatura externa de aviários de frangos de corte.

Variável	Variável	Correlação
Temperatura interna	Amônia	0,835*
Temperatura externa	Amônia	0,868*

*Correlação de Pearsons se apresentaram significativas a $p > 0,05$

Tabela 4. Correlação entre a concentração de amônia e temperatura interna de aviários de frangos de corte entre os pontos de medição.

Aviário	Correlação
I	0,135
II	-0,195
III	0,590**
IV	0,234
V	0,218
VI	0,158

** Correlação de Pearsons se apresentaram significativas a $p > 0,001$

Tabela 5. Modelos e parâmetros dos semivariogramas para as variáveis concentração de amônia no ar (ppm) e temperatura interna (°C).

Variável	Av	Modelo	EP	Pat	A	GDE	R ²	SQR
Amônia	I	Esférico	8,50	58,00	100,30	0,85	0,97	20,1
	II	Gaussiano	13,00	51,89	28,21	0,75	0,96	33,2
	III	Exponencial	14,44	28,89	79,92	0,50	0,83	13,8
	IV	Gaussiano	6,13	16,34	37,77	0,62	0,82	14,5
	V	Gaussiano	8,60	37,19	52,46	0,77	0,95	13,7
	VI	Gaussiano	1,58	10,42	10,01	0,85	0,97	0,700
Temperatura interna	I	Gaussiano	0,195	1,06	23,71	0,81	0,99	1,807-E03
	II	Gaussiano	0,010	5,07	18,25	0,99	0,96	0,764
	III	Gaussiano	0,166	0,774	50,12	0,78	0,98	3,333E-03
	IV	Gaussiano	0,364	2,603	59,75	0,86	0,94	0,107
	V	Gaussiano	0,074	0,462	15,72	0,84	0,99	6,461E-04
	VI	Esférico	0,078	0,361	47,19	0,78	0,93	3,239E-03

Av = aviário; Pat = Patamar; A = alcance, m; GDE = Grau de Dependência Espacial; R² = coeficiente de determinação; SQR = Soma dos Quadrados dos Resíduos.

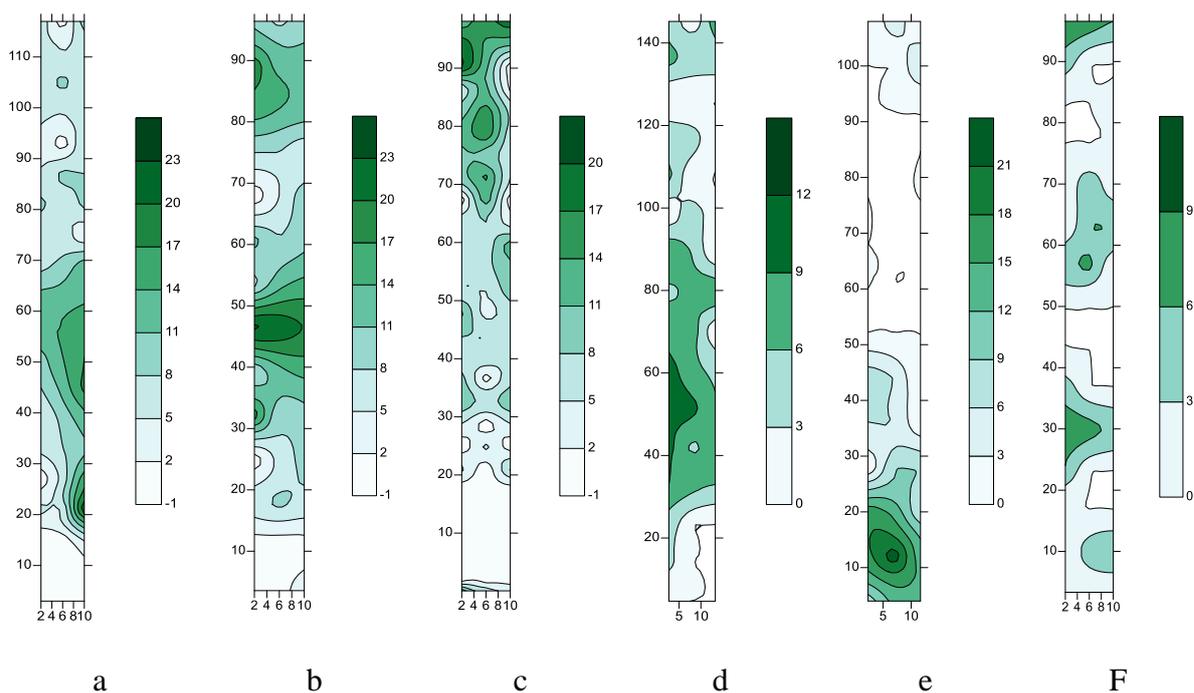


Figura 2. Mapas de krigagem para a concentração de amônia nos aviários I (a), II (b), III (c), IV (d), V (e) e VI (f).

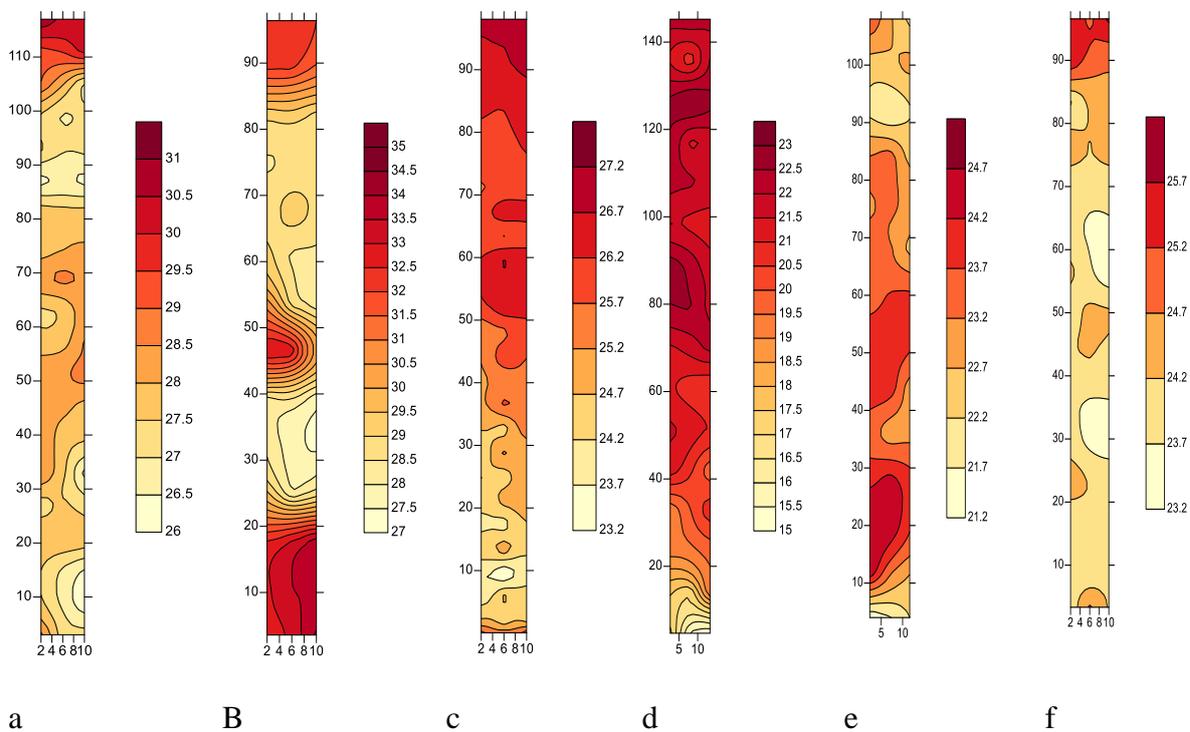


Figura 3. Mapas de krigagem para a temperatura interna ($^{\circ}$ C) nos aviários I (a), II (b), III (c), IV (d), V (e) e VI (f).

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO GERAL

A utilização de modelagens computacionais vem sendo um meio de tomada de decisão mais precisa, principalmente na ambiência animal, em que há vários fatores que influenciam e são responsáveis para um ótimo desempenho zootécnico. Entre os tipos de sistemas inteligentes, utilizou-se, neste trabalho, a metanálise, a mineração de dados e a geoestatística. Estas três ferramentas apresentaram conhecimento úteis e coerentes sobre a concentração e emissão de amônia.

Uma vez que códigos de ética são cada vez mais rigorosos do ponto de vista do bem-estar para realização de experimentos testados em animais, a utilização da metanálise entra como forma de minimizar o estresse com experimento de animais e validar todos os trabalhos já existentes. A mineração de dados é outra técnica promissora para identificação nos dados de padrões válidos, potencialmente úteis e compreensíveis, trazendo novas formas de avaliação de banco de dados. A geoestatística permite a interpretação dos resultados baseada na estrutura de sua variabilidade natural, tornando-se uma importante ferramenta no entendimento de fenômenos espaciais dentro de instalações, principalmente na ambiência aérea.

Os trabalhos apresentados nesta dissertação (Artigo 1 e Artigo 2) envolveram alguns critérios para a construção dos bancos de dados. A busca foi realizada em bases digitais que continham trabalhos publicados, em português ou inglês. Foram selecionados trabalhos que apresentassem, em seus resultados, concentração ou emissão de amônia, independente do objetivo proposto pelo trabalho. Após, foram separados em dois bancos de dados: um para emissão e outro para concentração de amônia, a fim de melhor classificação para análise de mineração de dados.

Para composição do banco de dados final, foram selecionados somente os trabalhos que descreviam a tipologia do aviário, a densidade de criação das aves, o horário de registro dos dados e a substrato da cama de frango para o banco de dados final de concentração de amônia. Assim, dos 32 trabalhos somente 24 trabalhos foram selecionados. Já para o banco de dados final da emissão de amônia, os trabalhos selecionados foram os que constassem a tipologia do aviário, densidade de criação, estação do ano pH e substrato da cama de frango; sobrando 15 dos 21 trabalhos encontrados.

Como proposta de avaliar o ambiente externo em relação às variáveis internas do aviário, foram coletados dados em aviários de tipologias diferentes e condições meteorológicas de calor e de clima ameno. Os dados foram avaliados por meio da técnica de

geoestatística (Artigo 3), para melhor análise e compreensão das condições do fenômeno em estudo em um certo ponto.

Os resultados observados nas metanálises da concentração (Artigo 1) e emissão (Artigo 2) de amônia apontam para condições de instalações e características da cama de frango.

Para a abordagem de análise das condições do ambiente de produção (Artigo 1), os aviários de tipologia Convencional apresentaram concentração adequada de amônia, ou seja, a concentração no interior do aviário é menor que 20 ppm (pela classificação do Artigo 1). Diferindo dos aviários de pressão negativa (*Dark House* e *Blue House*), que obtiveram valores acima de 20 ppm de amônia.

Para a classificação de emissão de amônia (Artigo 2), maiores emissões foram constatadas em aviários *Dark House*, enquanto os aviários de tipologia Convencional e *Blue House* obtiveram uma baixa taxa de emissão de amônia.

Do ponto de vista de qualidade do ar, aviários de tipologia *Dark House* apresentam maiores emissões e concentrações de amônia em seu interior (Artigo 1 e Artigo 2); Corroborando com trabalhos científicos (Nääs et al., 2007; Vigoderis et al., 2010; Manno et al., 2011; Lima et al., 2011; Carvalho et al., 2012) que também constataram concentrações de amônia mais elevados em aviários do tipo *Dark House*, comparando com aviários do tipo Convencional. Aviário do tipo *Dark House* é uma das inovações que obtiveram grande melhora no índice zootécnico e bem-estar das aves, conforme trata Rovaris et al., (2014), mas, para a emissão de amônia, observamos uma piora na emissão (Artigo 2), provavelmente pela maior produtividade do sistema.

Nos dados coletados em aviários comerciais (Artigo 3), a média de concentração de amônia foi elevada em aviário *Blue House* e ainda, aviários de tipologia Convencional foram os que menos apresentaram amônia em seu interior. Aviários mais tecnificados podem trazer benefícios em relação ao conforto térmico, porém, não são tão eficientes do ponto de vista da qualidade do ar (Artigo 1 e Artigo 2). Os artigos deste trabalho trazem conhecimento coerente do tipo de instalação com a qualidade do ar, porém melhores estudos sobre esse tema devem ser realizados, principalmente em relação ao sistema de ventilação para adequar a ambiência térmica e aérea ideal para a idade da ave.

A composição da cama de frango também teve influência na emissão e concentração de amônia em aviários de tipologia Convencional. A utilização de casca de arroz seria a

melhor opção para a concentração de amônia ser menor que 20 ppm (Artigo 1). Confirmado pelos dados coletados em aviários (Artigo 3) em que aviários utilizando casca de arroz apresentaram menores concentrações de amônia comparando com uso de maravalha como cama de frango. Já para a emissão de amônia, a maravalha seria a mais ideal do ponto de vista de menor emissão de amônia (Artigo 2).

Para a emissão de amônia, também foi considerado características da cama de frango, como o pH, que, se maior de 8,3 a emissão se torna elevada (maior que $42,2 \text{ mg Kg}^{-1}$ de cama de frango; Artigo 2). Esta regra é coerente com Freitas et al., (2011) e Carvalho et al., (2012) que confirmaram o aumento de emissão de amônia quando o pH da cama é superior a 7,0 e 8,0, respectivamente.

Outro fator que aumenta a concentração e emissão de amônia é a densidade de criação das aves (Artigo 1, Artigo 2 e Artigo 3) e também idade da ave superior a três semanas (Artigo 3). Para a concentração de amônia, densidades acima de 15 aves m^{-2} já podem ser consideradas um problema; já para a emissão de amônia acima de 12 aves m^{-2} o manejo da qualidade do ar deve ser melhor observada. Fator que corrobora com os dados do Artigo 3, em que maiores concentrações de amônia foram observadas em densidade de criação acima de $12,8 \text{ aves m}^{-2}$. O estudo de Manno et al., (2011) confirma que, quanto maior a densidade das aves no aviário, ou seja, quanto maior o nível tecnológico, maior é a concentração de amônia em seu interior.

O horário de coleta também influenciou a concentração de amônia nos aviários (Artigo 1). Coletas realizadas durante a manhã classificaram a concentração de amônia acima de 20 ppm. Mesma constatação de Nääs et al., (2007) que observaram valores mais altos às 09h00min, devido às instalações não terem sofrido manejo de abertura de cortina durante a noite e primeiras horas do dia, em razão das baixas temperaturas. O artigo 3 valida essa informação na coleta de dados do aviário IV que foi coletado no turno na manhã, constatando maior concentração de amônia, pela temperatura externa baixa ($17 \text{ }^\circ\text{C}$) e não estar com a ventilação mínima ligada para manter temperatura ideal para a ave que seria de 21 a 23°C (24 dias de idade).

Falta de controle das variáveis ambientais como temperatura, velocidade do ar e concentração de gases influenciam na qualidade de vida dos frangos de corte, determinando a qualidade ambiental da instalação (BANHAZI et al., 2008). A ambiência aérea está cada vez mais sendo pesquisada tanto quanto a ambiência térmica, e as duas são importantes para o

bem-estar animal e, conseqüentemente, para a produtividade animal. Comprovado por meio dos Artigos deste trabalho quando se analisou tipologias construtivas, características da cama de frango e condições climáticas externas e internas de forma a melhor caracterização do ambiente interno em relação a qualidade do ar. Aliar a velocidade do ar e a taxa de ventilação para minimizar o estresse térmico e a concentração de amônia deve ser melhor estudados.

Maiores concentrações de amônia foram observadas na parte central e final dos aviários, lugares em que a temperatura interna também estava elevada, comprovada pela análise da geoestatística, no Artigo 3. Provavelmente nestes lugares a ventilação estaria deficitária.

Os aviários II e III (Artigo 3) foram avaliados em relação ao período de calor e ao de clima ameno, apresentando maiores concentrações de amônia no calor (9,4 ppm) que em temperaturas amenas (6,4 ppm), corroborando com Harper et al., (2010) que avaliaram aviários de pressão negativa e concluíram que, no calor, as taxas de emissão aumentam em relação ao inverno.

A avaliação da homogeneidade dos parâmetros climáticos é essencial para assegurar a qualidade no manejo do ambiente térmico e aéreo, a fim de minimizar a ocorrência de regiões quentes e com pouca renovação de ar, melhorando a qualidade e a produção do lote (BOURNET & BOULARD, 2010). Problemas com isolamento podem atrapalhar o bom funcionamento do sistema de ventilação. Falhas no isolamento das cortinas e porta lateral ocasionaram um ponto de maior temperatura interna no aviário II (Artigo 3), acarretando prejuízo no desempenho e bem estar da ave. A arborização também foi um ponto observado no aviário II (Artigo 3), em que o lado sem sombreamento (lateral direita) apresentou maiores temperaturas internas. Pequenos problemas que podem ser corrigidos para manter uma melhor homogeneidade no sistema.

Aviário de tipologia *Blue House* semelhantes na dimensão e diferentes na entrada de ar (um com sistema de resfriamento e outro sem) apresentaram valores de concentração de amônia e temperatura com diferentes homogeneidades. Apesar do aviário I, com sistema de resfriamento da entrada de ar (Artigo 3), não apresentar valor adequado para temperatura, manteve a temperatura homogênea em todo o aviário, diferente do aviário II, sem sistema de resfriamento do ar. Dado que comprova o quão importante é analisar a instalação para adequar a ambiência interna.

Apesar do número expressivo de trabalhos publicados sobre qualidade interna do ar no interior de aviários de frango de corte, há muita carência de informações sobre os procedimentos metodológicos dos estudos, principalmente, tratando-se do gás amônia. A comparação das taxas de concentração e emissão do gás tem grandes fontes de variação como as diferentes localizações geográficas dos aviários, substrato e manejo da cama de frango, idade das aves, densidade de alojamento e condições climáticas, exigindo novos padrões de coleta de dados e das condições ambientais de ventilação que permitam ampliar o grau de informação e conhecimento dos estudos futuros. Aliar a ambiência térmica e aérea em função do sistema de ventilação é uma opção para melhorar os índices de bem-estar em frangos de corte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mineração de dados permitiu avaliar a produção e concentração de amônia em diferentes tipologias de aviários de forma sistemática através de dois bancos de dados construídos pela técnica de metanálise.

Concentrações elevadas de amônia influenciam na qualidade de ar e, conseqüentemente, no desempenho zootécnico dos frangos de corte. No entanto, vários fatores também influenciam, como tipologia do aviário, densidade de criação das aves, idade das aves, composição da cama de frango e temperatura externa. Analisar e manejar corretamente estes fatores podem minimizar a emissão e concentração de amônia no interior da instalação.

A possibilidade de explorar e avaliar sistemas de ventilação para melhorar a ambiência aérea e térmica é fundamental e precisa ser melhor explorada. Considerar a ambiência aérea é um meio importante para avaliar o conforto térmico, uma vez que os dois estão fortemente influenciados pela taxa de ventilação.

A utilização de mapas de variabilidade é uma forma de avaliação de variáveis ambientais como a concentração de amônia e a temperatura interna para melhores tomadas de decisão no manejo adotado.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G. Modelos de Aquecimento. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2003, Chapecó. **Anais...Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2003. p. 65-77.
- ABREU, V. M. N & ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, (supl. especial), p.1-14, 2011.
- ALVES, S. P. & RODRIGUES, E. H. V. Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas. **Rev. Engenharia Agrícola**, v.24, p.241-245, 2004.
- BANHAZI, T. M.; SEEDORF, J.; LAFFRIQUE, M.; RUTLEY, D. L. Identification of the risk factors for high airborne particle concentrations in broiler buildings using statistical modeling. **Biosystems Engineering**, v.101, p.100-110, 2008.
- BENNETT, D.S.; HIGGINS, S.E.; MOORE, R.; BYRD, J.A.; BELTRAN, R.; CORSIGLIA, C.; CALDWELL, D.; HARGIS, B.M. Effect of addition of hydrated lime to litter on recovery of selected bacteria and poult performance. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n. 4, p. 721-727, 2005.
- BLAKE, J. P.; HESS, J. B. **Litter treatments for poultry**. Alabama Cooperative Extension System, Alabama. ANR-1199, 4p, 2001. Disponível em: <<http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1199/ANR-1199.pdf>>. Acesso em: 27 de jul. de 2016.
- BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect to low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 81, n. 8, p. 1156-1167, 2002.
- BRINK, C.; KROEZE, C.; KLIMONT, Z. Ammonia abatement and its impact on emissions of nitrous oxide and methane in Europe. **Atmospheric Environment**, v.35, n. 36, p. 6299-6312, 2001.
- CALVET, S.; LOPES, C. M.; VIDAL, V. B.; ESTÉLLES, F.; TORRES, G. Ventilation rates in mechanically-ventilated commercial poultry buildings in Southern Europe: measurement system development and uncertainty analysis. **Biosystems Engineering**, v.30, p.423-432, 2010.
- CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MENEGALI, I.; SANTOS, C. R. Condições ergonômicas dos trabalhadores em galpões de frangos de corte durante a fase de aquecimento. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.11, p.1243-1251, 2012a.
- CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; 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. **Revista Engenharia Agrícola**, v.31, n. 3, p.438-447, 2011a.

CARVALHO, T. M. R. C.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. B.; LIMA, K. A. O. Use of geostatistics on broiler production for evaluation of different minimum ventilation systems during brooding phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.194-202, 2012b.

CARVALHO, T. M. R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z.M.; SOUZA, S. G.; BUENO, F. G. F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.4, p.351-361, 2011b.

CASEY, K. D., GATES, R. S., WHEELER, E. F., XIN, H., LIANG, Y., PESCATORE, A. J., FORD, M. J. On-farm ventilation fan performance evaluations and implications. **Journal of Applied Poultry Research**, v.17, n. 2, p. 283-295, 2008.

CHAPMAN, P.; CLINTON, J.; KERBER, R.; KHABAZA, T.; REINARTZ, T.; SHEARER, C.; WIRTH, R. **CRISP-DM 1.0**. Step-by-step data mining guide. 78 p. 2000. Disponível em: <<https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>>. Acesso em: 14 de mai. de 2016.

COBB.**Broiler management guide**. Arkansas: Cobb-Vantress Ltda. 2015. 65p

CORADINE, L. C.; VIERA LOPES, R. V.; MACIEL, A. F. Mineração de dados uma introdução. **Journal of the Brazilian Neural Network Society**, v. 9, n.3, p. 168-184, 2011.

CORKERY, G.; WARD, S.; KENNY, C.; HEMMINGWAY, P. Monitoring Environmental Parameters in Poultry Production Facilities. **Computer Aided Process Engineering**, v. 1, p.1-10, 2013.

CURI, T. M. R. C.; VERCELLINO, R. A.MASSARI, J. M.; Souza, Z. M.; Moura, D. J. Geoestatística para a avaliação do controle ambiental do sistema de ventilação em instalações comerciais para frangos de corte. **Rev. Eng. Agríc.**v.34, n.6, p. 1062-1074, 2014.

CZARICK, M.; FAIRCHILD, B. D. Relative humidity... the best measure of overall poultry house air quality. **Poultry Housing Tips**. v.24, n. 2, 2012.

CZARICK, M.; LACY, M. P. Programing environmental controllers to minimize fuel wastage. **Poultry housing tips**. v. 12, n. 10, p. 1-15, 2000.

DEMMERS, T.G.M.; BURGESS, L.R.; SHORT, J.L.; PHILLIPS, V.R.; CLARK, J.A.; WATHES, C.M. Ammonia emissions from two mechanically ventilated UK livestock buildings. **Atmospheric Environment**, v.33, p.217-227, 1999.

DURLAK, J. A. & LIPSEY, M. W.A practitioner's guide to meta-analysis. **American Journal of Community Psychology**, v. 19, n.3, p. 291-332, 1991.

FAGARD, R. H.; STAESSEN, J. A.; THUIS, L. Advantages and disadvantages of the meta-analysis approach.**Journal of Hypertenion**, v. 14, (suppl.), p. 9-13, 1996.

FAIRCHILD, B. D. Environmental factors to control when brooding chicks. Technical Bulletin, Cooperative Extension Service, Uni. of Georgia, GA, 2009. Disponível em: <http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk_id=7388>. Acesso em 20 de mai.de 2016.

FAYYAD, U. & STOLORZ, P. Data mining and KDD: promise and challenges. **Future Generation Computer Systems**, v.13, p.99-115, 1997.

FAYYAD, U.M., PIATETSKY-SHAPIRO, G.. E SMYTH, P. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. **AI Magazine**, v.17, n.3, p.37-54, 1996

FERREIRA, H.A.; OLIVEIRA; M.C.; TRALDI, A.B. Efeito de condicionadores químicos na cama de frango sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 4, p. 542-546, 2004.

FERREIRA, P. B., VALE, M. M.; MACEDO, A.; BOEMO, L. S.; RORATO, P. R. N.; BECK, T. B. Classificação de características produtivas fenotípicas de diferentes raças de poedeiras através da mineração de dados. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 164-171, 2013.

FIEDLER, M, SAHA, C. K., AMMON, C., BERG, W., LOEBSIN, C., SANFTLEBEN, P., AMON. T. Spatial distribution of air flow and CO₂ concentration in a naturally ventilated dairy building. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 13, p. 2193-2200, 2014.

FONSECA, R. A.; FUNCK, S. R. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 91-97, 2008.

FUKAYAMA, E. H.; JÚNIOR, L. J.; AIRES, A. M.; MIRANDA, A. P.; MACHADO, C. R. Avaliação da produção de camas reutilizadas de frangos de corte de quatro lotes. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, Florianópolis, **Anais....**Florianópolis, 2009.

FURTADO, D.A.; ROCHA, H. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índices de conforto térmico e concentração de gases em galpões avícolas no semiárido paraibano. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.993-1002, 2010.

GATES, R. S., K. D. CASEY, H. XIN, AND E. F. WHEELER. Fan assessment numeration system (FANS) design and calibration specifications. **Trans. ASAE**, v.47, n.5, p.1709-1715, 2004.

GATES, R. S.; XIN, H.; CASEY, K. D.; LIANG, Y.; WHEELER, E. F. Method for measuring ammonia emissions from poultry houses. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, p. 622-634, 2005.

GIANNOTI, J. D. G. PACKER, I. U.; MERCADANTE, M. E. Z. Meta-análise para estimativas de correlação genética entre pesos ao nascer e desmama de bovinos. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 435-440, 2002.

GLASS, G. V. Primary, secondary, and meta-analysis of research. **Educational Researcher**, v. 5, n. 10, p. 3-8, 1976.

GOLDEN SOFTWARE INC. Surfer for windows: realese 7.0, contouring and 3D surface mapping for scientist's engineersuser's guide. New York: Golden software, 1999. 619p

GOMES, A. K. **Análise do conhecimento extraído de classificadores simbólicos utilizando medidas de avaliação e de interessabilidade**. 2002. 127 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo. São Carlos.

GROOT KOERKAMP, P. W. G.; METZ, J. H. M.; UENK, G. H.; PHILLIPS, V. R.; HOLDEN, M. R.; SNEATH, J. L.; 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, p.79-95, 1998.

GUIZIOU, F.; BELINE, F. In situ measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from broiler houses in France. **Bioresources Technology**, v.96, p.203-207, 2005.

HAMILTON, J. Accurately meassuring ammonia levels in poultry houses. Disponível em: <<http://joneshamiltonag.com/wp-content/uploads/Accurately-Measuring-Ammonia-Levels-in-Poultry-Houses-FINAL.pdf>>. Acesso em: 20 de nov. de 2016.

HAN, J. & KAMBER, M. **Data Mining: Concepts and Techniques**, 2ª ed., Morgan Kaufmann, San Francisco, 2006.

HERNANDES, R. & CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.824-829, 2001.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O.; MORAES, V.M.B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frango de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1795-1802, 2002.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, BR. Glossário. 2005. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/informacoes/glossario/glossario.html>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

KNIZATOVA, M., BROUCEK, J. & MIHINA, S. Seasonal differences in levels of carbon dioxide and ammonia in broiler housing. **Slovak Journal of Animal Science**, v. 43, p. 105-112. 2010.

KOCAMAN, B.; ESENBUGA, N. YILDIZ, A. Effect environmental conditions in poultry houses on the performance of laying hens. **Journal of Poultry Science**, n.5, p.26-30, 2006.

LACEY, R.E.; MUKHTAR, S.; CAREY, J.B.; ULLMAN, J.L. A review of literature concerning odors, ammonia, and dust from broiler production facilities: 1. Odor concentrations and emissions. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.500-508, 2004.

LEANDRO, G. **Meta-analysis in medical research**: The handbook for the understanding and practice of meta-analysis. Malden: Blackwell, 2005, 98p.

LEWIS, E. C.; NICHOLSON, J. L. Broiler response to three ventilation rates. **Transactions of the ASAE**, p. 414-418, 1980.

LIMA, K. R. S.; ALVES, J. A. K.; ARAÚJO, C. V.; MANNO, M. C.; JESUS, M. L. C. DE; FERNANDES, D. L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. **Revista Ciência Agrária**, v.51, p.37-50, 2009.

LIMA, N. D. S.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; PONSO R.; ARAÚJO, F. E. Estimativa de emissão de amônia em aviários no interior do Mato Grosso do Sul. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, 2013.

LIU, Z.; WANG, L.; BEASLEY, D.B. Modeling ammonia emissions from broiler litter at laboratory scale. **ASABE**, v. 52, n. 5, p. 1683-1694, 2009.

LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A. D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, (supl.especial), p.285-294, 2007.

LUCCA, W.; CECCHIN, R.; TIMBOLA, E.; GRADIN, J.; LUCCA, M. S. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agroambiental**, v. 4, n. 1, p. 25-31, 2012.

MACARI, M. & FURLAN, R. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A., NÄÄS, I. A., MACARI, M. Produção de Frangos de Corte. Campinas: **FACTA**, 2004, p. 137-155.

MANNING, L.; CHADD, S. A.; BAINES, R. N. Key health and welfare indicators for broiler production. **Poultry Science**, v. 63, p. 63-68, 2007.

MANNO, M. C.; LIMA, K. R. S.; AGUILAR, C. A. L.; SOUZA, N. S. S.; BARATA, Z. R. P.; VIANA, M. A. O. Produção de amônia no interior de galpões avícolas com modificações ambientais. **Revista Ciências Agrárias**, v.54, n.2, p.159-164, 2011.

MEDEIROS, R.; MARTINI, S. B. J.; FREITAS, M.; SILVA, O. A.; ALVES, F. F.; FERREIRA, E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2321-2326, 2008.

MENDES, L.B. TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; SARAZ, J. A. O. O ciclo do nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma revisão. **PUBVET**, v. 6, n. 20, p. 1383, 2012.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.2, p.71–86, 2006.

MENEGALI, I.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; GUIMARÃES, M. C. C.; CORDEIRO, M. B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período d aquecimento. **Rev. Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13 (supl. especial), p. 984-990, 2009.

MILES, D. M., BRANTON, S. L. & LOTT, B. D. Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers. **Poultry Science**, v. 83, n. 10, p. 1650-1654, 2004.

MILES, J.W.; CARDONA, C.; SOTELO, G. Recurrent selection in a synthetic brachiaria grass population improves resistance to three spittlebug species. **Crop Science**, v.46, p.1088-1093, 2006.

MIRAGLIOTTA, M. Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. 2005. 244f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MIRAGLIOTTA, M. Y. **Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte, com ventilação e densidade diferenciados**. 2000. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

MIRAGLIOTTA, M.Y.; NÄÄS, I.A.; MANZIONE, R.L. NASCIMENTO, F. F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. **Scientia Agrícola**, v.63, n.5, p.426-432, 2006.

MOORE JR. P. A.; DANIEL, T. C.; EDWARDS, D. R. et al. Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter. **Poultry Science**, v. 75, n. 2, p. 315-320, 1996.

MOORE, P. A., D. MILES, R. BURNS, D. POTE, K. BERG, AND I. H. CHOI. Ammonia emission factors from broiler litter in barns, in storage, and after land application. **J. Environ.** v. 40, n.5, p. 1395-1404, 2011.

MOURA, D.J., NÄÄS, I.A., PEREIRA, D.F., SILVA, R.B.T.R. E CAMARGO, G.A. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. **Rev. Bras. Ciênc.Avíc.**,v.8, n.3, p. 137-148, 2006.

- MUHLBAUER, R. V., SHEPHERD, T. A., LI, H., BURNS, R. T., & XIN, H. (2006). Developing and testing of a fan monitoring system using induction operated current switches. **ASABE Annual International Meeting**, 2006.
- NÄÄS, I. A. Uso de técnicas de precisão na produção animal. **Rev.Bras. de Zootecnia**, v.40, (supl. especial), p. 258-364, 2011.
- NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 27, n.2, p. 326-335, 2007.
- NASCIMENTO, G. R. T.; NÄÄS, I. A.; FERREIRA, D. F.; DUTRA JUIOR, W. M.; MAIA, A. P. A. Previsão de conforto térmico de frangos de corte utilizando mineração de dados. **BioEng**, v.5 n.1, p. 36-46, 2011.
- OLANDREWAJU, H. A., DOZIER, W. A., PURSWELL, J. L., BRANTON, S. L., MILES, D. M., LOTT, B. D., PESCATORE, A. J. & THAXTON, J. P. Growth performance and physiological variables for broiler chickens subjected to short-term elevated carbon dioxide concentrations. **Int. J. Poult. Sci.**, v. 7, n. 8, p. 738-742, 2008.
- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C. V.; ANDRADE, D. O.; RODRIGUES, S. M. M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.951-954, 2003.
- OLIVEIRA, M.C.; FERREIRA, H.A.; CANCHERINI, L.C. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.4, p.536-541, 2004.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, L. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, p. 797-803, 2006.
- OTUTUMI, L. K.; AMARAL, P. F. G. P.; PIAU JÚNIOR, R.; MOURA, D. J.; CARVALHO, T. M. R.; DALBERTO, J. L.; BRITO, B. G. Efeito de micro-organismos no tratamento da cama de frango. **Arq. Ciência Vet. Zool**, v. 16, n. 2, p. 121-127, 2013.
- OWANDA, A. N.; NÄÄS, I. A.; MOURA, D. J.; BARACHO, M. S. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. **Eng. Agríc.**, v.27, n.3, p.611-618,2007.
- PAGANINI, F. J. **Produção de frangos de corte: manejo da cama**. São Paulo, 2004. Paulo: Oficina de Textos. 215p. 2013.
- PONCIANO, P. F.; LOPES, M. A.; YANAGI JUNIOR, T., FERRAZ, G. A.S. Análise do ambiente para frangos por meio da lógica *fuzzy*: uma revisão. **Archivos de zootecnia**, v. 60, n.1, p. 1-13, 2011.

- REDWINE, J.S.; LACEY, R. E.; MUKHTAR, S.; CAREY, J. B. Concentration and emissions of ammonia and particulate matter in tunnel ventilated broiler houses under summer conditions in Texas. **ASAE**, v.45, n.4, p.1101–1109, 2002.
- REZENDE, S. O.; PUGLIESI, J. B.; MELANDA, E. A.; DE PAULA, M. F. Mineração de Dados. In: REZENDE, S. O. **Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações**. São Paulo. Ed. Manole. 2005. p. 307-336. 2005.
- ROCHA, H. P.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W.B.; SILVA, J. H.V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. **Rev. Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1330-1336, 2010.
- RODRIGUES, K. F.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; ALBINO, L. F. T.; FASSANI, E. J. Relação lisina digestível: proteína bruta em dietas para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade: desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.3, p. 450-457, 2008.
- RODRIGUES, V.C.; VIEIRA, F.M.C. Y SILVA, I.J.O. Mineração de dados para estimativas de mortalidade pré-abate de frangos de corte. **Arch. Zootec**, v.62, n. 239, p. 469-472, 2013.
- ROJANO, F.; BOURNET, P-E.; HASSOUNA, M.; ROBIN, P.; KACIRA, M.; CHOI, C. Y. Computational modelling of thermal and humidity gradients for a naturally ventilated poultry house. **Biosystems engineering**, v.151, p.273-285, 2016.
- RONG, L.; LIU, DEZHAO.ZONG, C.; ZHANG, GUOQIANG. Ammonia and methane emission from a hybrid ventilated dairy cow building in Denmark. **International Conference of Agricultural Engineerinf**, Zurich, 2014
- ROSCOE, D. D. & JENKINS, S. A Meta-Analysis of Campaign Contributions' Impact on Roll Call Voting. **Social Science Quarterly**, v. 86, n.1, 2005.
- ROSS. Ross Broiler Management Manual. **Ross Breeders**. 2014.
- SANTOS, T. M. B. dos, LUCAS JR, J., SAKOMURA, N. K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v. 100, n. 553-554, p. 45-52, 2005.
- SANTOS, T.M.B. & LUCAS JR. J. Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. **Anais...** Campina Grande: SBEA/UFPE, 1997.
- SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v.26, p.117-122, 2005.

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J.J. Les méta-analyses des données expérimentales: Applications en nutrition animale. **INRA Productions Animales**, v.8, n.1, p.63-73, 2005.

SCHMIDT, D.R.; JACOBSON, L.D.; JANNI, K.A. Continuous monitoring of ammonia, hydrogen sulfide and dust emissions from swine, dairy and poultry barns. American Society of Agriculture Engineering. **ASAE**. n. 024060. p.1-14. 2002.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; NUNES, R. V.; MELLO, H. H. C. Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.1, p.142-147, 2011.

SILVA, I. J. O. Contribuições à zootecnia de precisão na produção industrial de aves e suínos no Brasil. Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.140, 2007.

SILVA, R. C.; RODRIGUES, L. R.; RODRIGUES, V. P.; ARRUDA, A. S.; SOUZA, B. B. Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 22-26, 2015.

SIMIONI JR., J.R.; HOMMA, S.K.; GOMES, J.D.F.; PREDOSA, V.B.; XAVIER, J.K.; CHAGAS, P.R.R. Efeito da aplicação de diferentes aditivos na cama avícola sobre os níveis de amônia volatilizada. In: I SIGERA 2009, **Anais...** Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, p.196-200, 2009.

STAUB, L.; MOARES, M. D.G.; SANTOS, M. G.; KOMIYAMA, C. M.; GONÇALVES, N. S.; FERNANDES JUNIOR, R. B.; TON, A. P. S.; ROQUE, F. A. Ambiente interna e externa em galpão de frangos de corte nas diferentes épocas do ano e fases de criação. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 3, p. 128-133, 2016.

ST-PIERRE, N.R. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.741-755, 2001.

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

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v.38, n.1, p.45-93, 1985.

UBA - União Brasileira de Avicultura. Protocolo de bem-estar para aves poedeiras. 2007/2008 Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Bemestar-animal/protocolo_de_bem_estar_para_aves_poedeiras_final_11_07_08.pdf>. Acesso em: 05 de out. de 2016.

UBABEF – União Brasileira da Avicultura. Relatório Anual de 2015. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf>. Acesso em 10 de out. de 2016.

- VALE, M. M.; MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A.; OLIVEIRA, S. R. M. ; RODRIGUES, L. H. A. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to wave. **ScientiaAgrícola**, v. 65, n. 3, p. 335-339, 2008.
- VASCONCELLOS, C.H.F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; VIDAL, T. Z. B.; SILV, M. A.; SILVA, P. C. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v.63, n.3, p. 659-669, 2011.
- VERGÉ, X. P. C.; DYER, J. A.; DESJARDINS, R. L.; WORTH, D. Long-term trends in greenhouse gas emissions from the Canadian poultry industry. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, p. 210-220, 2009.
- VIEIRA, S. R.HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, v.51, n.1, p.1-75, 1983.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVARES, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.1-53, 2000.
- VIGODERIS, R. B.; CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J. P.; HOLANDA, M. C. R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010.
- VIRTUOSO, M. C. S.; OLIVEIRA, D. G.; SIQUEIRA DIAS, L. N.; FAGUNDES, P. S. F.; LEITE, P. R. S. C. Reutilização da cama de frango. **Nutritime**, v, 12, n. 02, p. 3964– 3979, 2015.
- WANG, Y. M., MENG, Q. P., GUO, Y. M., WANG, Y. Z., WANG, Z., YAO, Z. L. & SHAN, T. Z. Effect of atmospheric ammonia on growth performance and immunological response of broiler chickens. **J. Anim. Vet. Adv.**, v. 9, n. 22, p. 2802-2806, 2010.
- WHEELER, E.F.; CASEY, K.D.; ZAJACZKOWSKI, J.S.; TOPPER, P.A.; GATES, R.S.; XIN, H.; LIANG, Y.; TANAKA, A. Ammonia emissions from U.S. poultry houses: part III – broiler houses. In: Proceedings Third International Conference on Air Pollution from Agricultural Operations. Oct. 12-15, 2003, RTP, NC.
- WICKLEN, G. L. V.; ALLISON, J. M. Aerosol and ammonia concentration in broiler houses using mechanical and natural ventilation. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 42, n. 2, p. 97-109, 1989.
- YAMAMOTO, J. K.; LAMDIM, P. M, B. **Geoestatística: Conceitos e Aplicações**. São ZHAO, Y. XIN, HONGWEI.; SHEPHED, T. A.; HAYES, M. D.; STINN, J. P. Modelling ventilation rate, balance temperature and supplemental heat need in alternative VS. Convencional laying-hen housing systems. **Biosystems engineering**, v.115, p.311-323, 2013.

ZUIDHOF, M. J.; SCHNEIDER, B. L.; CARNEY, V. L.; KORVER, D. R.; ROBINSON, F. E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry Science**, v. 93, p. 2970–2982, 2014.

ANEXOS

Anexo A – Normas da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

As normas da Revista Agriambi, apresentadas a seguir, estão sujeitas a modificações ao longo do tempo; desta forma, sugerimos aos autores consultá-las no momento de submissão de seus artigos. Os artigos submetidos não devem ter sido enviados a outro periódico e serão selecionados para avaliação pelos consultores apenas se estiverem integralmente dentro das normas da Revista. Para elucidar mais ainda os autores quanto às normas da Revista, lhes é disponibilizado, na página da Agriambi, o MODELO DE ARTIGO.

Os autores deverão solicitar, à especialista, a correção ortográfica do Português e do Inglês de seus artigos antes de submetê-los ou devolvê-los à Revista, em qualquer etapa de tramitação. Artigos com problemas de ortografia serão prejudicados na avaliação podendo, por este motivo, ser rejeitados. Artigos que abordem pesquisa com experimento somente serão aceitos para publicação se atenderem a pelo menos um dos critérios seguintes: a) experimento com no mínimo 20 parcelas; b) delineamento experimental com o número de graus de liberdade do resíduo igual ou superior a dez; outra exigência é que o número de repetições dos tratamentos seja pelo menos três.

Artigos científicos que descrevem resultados de pesquisa obtidos há mais de 8 anos não serão aceitos para publicação. Os autores deverão informar, nos itens Resumo, *Abstract* e Material e Métodos, o período de realização da pesquisa, e, no caso de pesquisa com experimento, o delineamento experimental, os tratamentos e o número de repetições. Os artigos subdivididos em partes I, II etc devem ser submetidos juntos visto que serão encaminhados aos mesmos consultores.

Línguas e áreas de estudo

Os artigos científicos submetidos à Revista AGRIAMBI devem ser inéditos, podendo ser elaborados em Português ou em Inglês; no entanto, a partir do volume 20, número 1 (janeiro de 2016) a Revista Agriambi é publicada totalmente em Inglês. Os artigos aceitos para publicação e originalmente não submetidos em Inglês, serão traduzidos por empresa selecionada pela Revista cujo custo será pago pelos autores, juntamente com o pagamento da taxa de publicação. Os artigos aceitos para publicação, já submetidos em Inglês, serão também encaminhados para a empresa verificar a qualidade da tradução e, caso necessitem de correções, será cobrado dos autores a metade do valor referente à tradução. Os artigos devem ser produto de pesquisa nas áreas de Manejo de Solo, Água e Planta, Engenharia de Irrigação e Drenagem, Meteorologia e Climatologia Agrícola, Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, Gestão e Controle Ambiental (esta área contempla apenas artigos que descrevam pesquisas sobre a gestão e o controle ambiental no contexto da agropecuária), Construções Rurais e Ambiente, Automação e Instrumentação, Máquinas Agrícolas e,

finalmente, Energia na Agricultura. Referindo-se à área de Construções Rurais e Ambiente, quando a abordagem for ambiente serão aceitos para avaliação apenas os artigos sobre pesquisas que tratam do efeito da construção rural, isto é, da edificação na ambiente de suas instalações. A Revista aceita contribuições apenas nas modalidades de Artigo Científico e Revisão de Literatura. Contribuições nas modalidades de nota prévia e nota técnica, não são aceitas pela Revista; enfatiza-se, ainda, que a Revista não publica trabalhos de cunho puramente técnico e/ou de extensão; aqueles trabalhos que descrevem simplesmente o desenvolvimento de softwares/planilhas eletrônicas e que tenham, ainda, uma abordagem de Engenharia de Alimentos, não são aceitos para publicação.

Composição sequencial do artigo

a) Título: engloba, com no máximo 15 palavras, o conteúdo e o objetivo do trabalho, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções, apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula; entretanto, quando o título tiver um subtítulo, ou seja, com dois pontos (:), a primeira letra da primeira palavra do subtítulo (ao lado direito dos dois pontos) deve ser maiúscula; enfim, o título não deverá ter as palavras efeito, avaliação, influência nem estudo.

b) Nome(s) do(s) autor(es): - O arquivo do artigo enviado no ato da submissão não deverá conter o(s) nome(s) do(s) autor(es) nem a identificação de sua(s) instituição(ões), visto que este arquivo será disponibilizado para os consultores no sistema; entretanto, o nome(s) do(s) autor(es) será(ão) informado(s) ao sistema pelo autor correspondente quando da submissão. Antes de o autor correspondente iniciar o processo de submissão todos os autores já deverão estar cadastrados no sistema. Torna-se necessário que o autor correspondente inclua seu nome como autor definindo, assim, sua posição em relação aos demais. - O artigo deverá ter, no máximo, seis autores. - Em relação ao que consta na primeira versão do artigo submetida à Revista, não serão permitidas alterações posteriores na sequência nem nos nomes dos autores.

c) Resumo: no máximo com 15 linhas e não ter abreviaturas.

d) Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título, separadas por vírgula e com todas as letras minúsculas.

e) Título em inglês: terá a mesma normatização do título em Português.

f) Abstract: no máximo com 15 linhas devendo ser tradução fiel do Resumo. A casa decimal dos números deve ser indicada por ponto ao invés de vírgula.

g) Key words: terá a mesma normatização das palavras-chave e deverá ser uma tradução fiel das palavras-chave.

h) Introdução: destacar a relevância da pesquisa, inclusive através de revisão de literatura, em no máximo 1 (uma) página. Não devem existir, na Introdução, equações, tabelas, figuras nem texto teórico básico sobre determinado assunto mas, sim, referente a resultados de pesquisa. O último parágrafo deve apresentar o objetivo da pesquisa.

i) Material e Métodos: deve conter informações imprescindíveis que possibilitem a repetição da pesquisa por outros pesquisadores.

j) Resultados e Discussão: os resultados obtidos devem ser discutidos e interpretados à luz da literatura. Não apresentar os mesmos resultados em tabelas e figuras.

k) Conclusões: devem ser numeradas e escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais baseando-se apenas nos resultados apresentados. Não devem possuir abreviaturas.

l) Agradecimentos (facultativo).

m) **Literatura Citada:**

- O artigo submetido deve ter no mínimo 70% de citações de periódicos sendo pelo menos 40% dos últimos oito anos.

- Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

- Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitas na elaboração dos artigos. Os trabalhos em congressos serão aceitos apenas quando inexisterem publicações em periódicos sobre o tema em questão.

- Em determinada contextualização, citação de mais de uma referência bibliográfica deve, primeiro, atender a ordem cronológica e depois a ordem alfabética dos autores; já em citação de mais de uma referência bibliográfica dos mesmos autores não se deve repetir seu nome; entretanto, os anos de publicação devem ser separados por vírgula.

- O artigo deverá ter no mínimo 15 e no máximo 30 referências bibliográficas. Para a contribuição na modalidade de revisão de literatura não existe limite máximo de referências bibliográficas.

Para os artigos escritos em Inglês, título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português, vindo primeiro no idioma principal.

A contribuição na forma de Revisão de Literatura deverá ter a seguinte composição sequencial: título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Itens sobre temas da revisão, Conclusões, Literatura Citada.

Edição do texto

a) *Word do Microsoft Office 2010*: O artigo deverá ser editado apenas nesta versão do Word.

b) **Texto**: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverão existir, no texto, palavras em negrito nem em itálico, exceto para o título, itens e subitens, que deverão ser em negrito, e os nomes científicos de espécies vegetais e animais, que deverão ser em itálico. Em equações, tabelas e figuras não deverão existir itálico nem negrito. As equações deverão ser escritas no aplicativo MS *Equation*. Evitar parágrafos muito longos devendo, preferencialmente, ter no máximo 60 palavras.

c) **Espaçamento**: duplo em todo o texto do manuscrito.

d) **Parágrafo**: 0,5 cm.

e) **Página**: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,54 cm e esquerda e direita de 3,00 cm, no máximo de 15 páginas, incluindo tabelas e figuras. As páginas e as linhas deverão ser numeradas; a numeração das linhas deverá ser contínua, isto é, dando continuidade de uma página para outra.

f) Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e *Key words*, deverão ser alinhados à esquerda e apenas a primeira letra maiúscula. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula.

g) As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão.

h) **Tabelas e Figuras** (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos):

- As tabelas e figuras devem ser autoexplicativas e apresentar largura de 9 ou 18 cm, com texto em fonte *Times New Roman*, tamanho 9 e ser inseridas logo abaixo do parágrafo no qual foram citadas a primeira vez. Exemplos de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas

e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma única tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada subfigura em uma figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), posicionada ao lado esquerdo superior da figura. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto, da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C. As tabelas e figuras com 18 cm de largura ultrapassarão as margens esquerda e direita de 3 cm, sem qualquer problema. O total de figuras somado ao total de tabelas, não deverá ser superior a 6, ou seja, um artigo que tenha 2 tabelas poderá ter no máximo 4 figuras; no entanto, nesta contagem uma figura que seja o resultado do agrupamento de várias figuras, será considerada uma única figura.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Nas colunas os valores numéricos deverão ser alinhados pelo último algarismo. Exemplo do título, o qual deve ficar acima da tabela: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, segundo análise estatística, deverá haver um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, podendo ser coloridas mas possuindo, sempre, marcadores diversos de legenda, visto que legendas baseadas apenas em cores quando xerocadas, desaparecerão. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo da figura: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Se o título e a numeração dos eixos x e/ou y forem iguais em figuras agrupadas, deixar só um título centralizado e a numeração em apenas um eixo. Gráficos, diagramas (curvas em geral) devem vir em imagem vetorial. Quando se tratar de figuras bitmap (mapa de bit), a resolução mínima deve ser de 300 bpi. Os autores deverão primar pela qualidade de resolução das figuras tendo em vista a boa compreensão sobre elas. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis mas sem ser separadas do título por vírgula. Não deverão existir figuras possuindo curvas com r^2 inferior a 0,60; nesses casos, apenas colocar no manuscrito a equação e o respectivo valor de r^2 .

Exemplos de citações no texto

- a) Quando a citação possuir apenas um autor: Zonta (2010) ou (Zonta, 2010).
- b) Quando a citação possuir dois autores: Mielniczuk & Tornquist (2010) ou (Mielniczuk & Tornquist, 2010).
- c) Quando a citação possuir mais de dois autores: Pezzopane et al. (2010) ou (Pezzopane et al., 2010).
- d) Quando a autoria do trabalho for uma instituição/empresa, a citação deverá ser de sua sigla, em letras maiúsculas. Exemplo: EMBRAPA (2010).

Lista da Literatura Citada

As bibliografias citadas no texto deverão ser dispostas na lista em ordem alfabética começando pelo último sobrenome do primeiro autor e, em ordem cronológica crescente e conter os nomes de todos os autores. São apresentados, a seguir, exemplos de formatação:

- a) Livros Paz, V. P. S.; Oliveira, A.; Perreira, F. A.; Gheyi, H. R. Manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semiáridas. 1.ed. Cruz das Armas: UFRB, 2009. 344p.

b) Capítulo de livros Antuniassi, U. R.; Baio, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: Vargas, L.; Roman, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Cap.5, p.173-212.

c) Revistas Silva, V. G. de F.; Andrade, A. P. de; Fernandes, P. D.; Silva, I. de F. da; Azevedo, C. A. V.; Araujo, J. S. Productive characteristics and water use efficiency in cotton plant under different irrigation strategies. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.451-457, 2010.

d) Dissertações e teses Paixão, F. J. R. da. Doses de nitrogênio e conteúdo de água do solo no cultivo da mamoneira, variedade BRS Energia. Campina Grande: UFCG, 2010. 76p. Tese Doutorado

e) Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD Roms)

Centeno, C. R. M.; Azevedo, C. A. V.; Santos, D. B. dos; Lira, V. M. de; Lima, V. L. A. de. Coeficiente de cultivo da mamona BRS energia irrigada com diferentes níveis de água salina. In: Congresso Latino-Americano e do Caribe de Engenharia Agrícola, 9, e Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39, 2010, Vitória. Anais... Jaboticabal: SBEA, 2010. CD Rom.

No caso de CD Rom o título da publicação continuará sendo Anais, Resumos ou *Proceedings* mas o número de páginas será substituído pelas palavras CD Rom. Para as revistas disponibilizadas na internet não colocar informação alguma de endereço da página, conforme o exemplo acima (item c).

Outras informações sobre normatização de artigos

a) Não colocar ponto no final das palavras-chave, *keywords* e títulos de tabelas e figuras.

b) Na descrição dos parâmetros e variáveis de uma equação deverá haver um traço separando o símbolo de sua descrição e ponto e vírgula no final de cada descrição havendo ponto, entretanto, na última. A numeração de uma equação deverá estar entre parêntesis e alinhada à direita: exemplo: (1). As equações deverão ser citadas no texto, conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eqs. 3 e 4.

c) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada palavra.

d) Nos exemplos seguintes de citações no texto de valores numéricos o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade:

10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 litros = 5 L; 45 mililitros = 45 mL; $1/s = L s^{-1}$; $27^{\circ}C = 27^{\circ}C$; $0,14 m^3/min/m = 0,14 m^3 min^{-1} m^{-1}$; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; 2 mm/dia = 2 mm d⁻¹; 2x3 = 2 x 3 (devem ser separados); 45,2 - 61,5 = 45,2-61,5 (devem ser juntos).

A % é a única unidade que deve estar junto ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos que possuem a mesma unidade, colocar a unidade somente no último valor. Exemplos: 20 m e 40 m = 20 e 40 m; 56,1%, 82,5% e 90,2% = 56,1, 82,5 e 90,2%.

e) Quando pertinente, deixar os valores numéricos no texto, tabelas e figuras com no máximo duas casas decimais.

f) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter maiúscula apenas a 1ª letra de cada palavra.

Etapas de submissão on-line dos artigos

A submissão dos artigos se dará apenas on-line, em quatro etapas, descritas a seguir:

1ª ETAPA DA SUBMISSÃO: VERIFICAÇÃO DAS NORMAS DA REVISTA

Será solicitado, ao autor correspondente, verificar, no ato da submissão do artigo, o atendimento integral das normas da Revista de vez que o artigo submetido será selecionado para avaliação apenas se estiver integralmente dentro das normas da Revista.

2ª ETAPA DA SUBMISSÃO: INCLUSÃO DE METADADOS (INDEXAÇÃO)

Nesta etapa deverão ser fornecidas as seguintes informações: área em que se enquadra o artigo; idioma do artigo; nome dos autores; Título; Resumo; Palavras-chave; *Title*; *Abstract*; *Key words* e informar os dados para emissão da fatura referente ao pagamento da taxa de submissão, caso deseje recebê-la. Antes da submissão do artigo cada autor deverá cadastrar-se no sistema fornecendo as seguintes informações: nome abreviado, instituição, função, telefone, formação acadêmica, maior titulação, áreas de atuação, informar se tem interesse em avaliar artigos da Revista Agriambi, endereço completo, dados de acesso ao sistema (*login*, *email* e senha). Na submissão de futuros artigos autores já cadastrados não precisarão se cadastrar novamente. Caso seja necessário os autores poderão atualizar seus dados cadastrais no sistema, a qualquer momento.

3ª ETAPA DA SUBMISSÃO: TRANSFERÊNCIA DO MANUSCRITO Nesta etapa será feita a transferência do arquivo do artigo submetido, o qual não deverá ter os nomes dos autores nem seus endereços institucionais e eletrônicos.

4ª ETAPA DA SUBMISSÃO: TRANSFERÊNCIA DE DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

Nesta etapa da submissão deve ser transferido o arquivo concernente à concordância dos autores sobre a submissão do artigo, o qual corresponde à declaração de concordância no modelo fornecido pela Revista Agriambi (clique aqui para obter o modelo). Não serão aceitos os termos de concordância de submissão que possuam assinaturas escaneadas. Na falta do envio deste arquivo a submissão será posteriormente cancelada no sistema.

Procedimentos para análise de artigos

a) Considerando a demanda e a capacidade de publicação da Revista, apenas parte dos artigos submetidos a cada mês é selecionada pela Equipe Editorial para análise, com base no critério da relevância relativa; os artigos que não atenderem integralmente às normas da Revista, não serão selecionados. Para os artigos não selecionados não cabe pedido de reconsideração a esta decisão mas poderão ser resubmetidos; já em referência aos artigos selecionados, serão solicitados ao autor correspondente, o comprovante de pagamento da taxa de submissão e a indicação de quatro consultores. Após o recebimento desses arquivos o artigo é protocolado e encaminhado para análise cega (sem identificação dos autores) por parte dos consultores; em seguida, os autores serão informados por *email* sobre o número de protocolo do artigo e, a partir daí, poderão acompanhar o processo de análise do artigo na página do usuário da Agriambi, isto é, referente ao autor. Para qualquer informação sobre o andamento do artigo solicitada à Secretaria da Revista, os autores deverão fornecer o número de seu protocolo. Qualquer arquivo, seja da submissão e/ou da correção do artigo, deverá ser

enviado à Revista exclusivamente através do sistema online, ou seja, não é permitido o envio pelo email.

b) Os artigos serão avaliados por no mínimo três consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis.

c) Com o auxílio dos pareceres e sugestões de Consultores Ad hoc sobre a primeira versão do artigo, a Equipe Editorial poderá recusá-lo ou solicitar ao(s) autor(es) uma segunda versão, que será novamente avaliada tanto pelos Consultores Ad hoc como pela Equipe Editorial. Em sua segunda versão o artigo poderá ser recusado, aprovado e/ou devolvido ao(s) autor(es) para uma terceira versão.

d) A princípio, as sugestões dos Consultores Ad hoc e da Equipe Editorial ao texto dos artigos, deverão ser incorporadas pelo(s) autor(es); entretanto, o(s) mesmo(s) tem(êm) o direito de não acatá-las, mediante justificativa expressa, que será analisada pelo(s) Consultor(es) e pela Equipe Editorial.

e) Além do arquivo da nova versão do artigo os autores deverão enviar, via sistema online, arquivo contendo a resposta dos autores aos comentários do consultor e, se for o caso, apresentar justificativa pela não inserção de determinadas sugestões de correção. Deverá ser enviado um arquivo em PDF para cada consultor; nenhum tipo de identificação dos autores deverá existir nesses arquivos.

f) No caso de artigo rejeitado caberá pedido de reconsideração pelo autor correspondente, no prazo máximo de dez dias corridos a contar da data do recebimento do email comunicando a rejeição do artigo; a Equipe Editorial encaminhará o pedido de reconsideração ao respectivo consultor para análise.

g) No caso de aprovação do artigo serão solicitadas, ao autor correspondente, se necessário, informações complementares; posteriormente, o artigo lhe é enviado na forma de documento PDF, para revisão final, o qual comunicará, à Equipe Editorial, eventuais correções e alterações.

h) Após publicação quaisquer erros encontrados por parte de autores ou leitores, quando comunicados à Equipe Editorial, serão corrigidos através de errata no próximo número da Revista.

Outras Informações

a) Os assuntos, dados e conceitos emitidos nesta Revista, são de exclusiva responsabilidade dos autores. A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de utilização por parte da Revista. A reprodução dos artigos publicados é permitida, desde que seja citada a fonte.

b) Os autores terão o prazo máximo de dez dias corridos para devolução dos artigos corrigidos, a partir da data de recebimento do email solicitando as correções; o não cumprimento deste prazo resultará automaticamente no cancelamento do artigo.

c) O valor da taxa de submissão do artigo é de R\$ 130,00 (cento e trinta reais) devendo ser depositado na conta do Banco do Brasil, agência 1591-1, C/C 1192-4, Favorecido ATECEL/RBEAA, CNPJ 08.846.230/0001-88.

d) O pagamento da taxa de submissão não garante a aceitação do artigo para publicação na Revista e, em caso de sua não aceitação, a referida taxa não será devolvida.

e) Além da taxa de submissão do artigo será cobrada a taxa de tradução para os artigos aceitos, originalmente não submetidos em Inglês, ao custo de R\$ 35,00 por página do Word

com espaço duplo entre linhas e excluindo-se as páginas referentes à lista de literatura citada; e a taxa de publicação no valor de R\$ 35,00 por página do *Word*, com espaço duplo entre linhas. Os artigos aceitos para publicação, já submetidos em Inglês, serão encaminhados para a empresa verificar a qualidade da tradução e, caso necessitem de correções, será cobrado dos autores o valor correspondendo à metade do pagamento para a tradução. O prazo para o pagamento das referidas taxas será de 5 dias corridos a contar do envio do *email* de cobrança; em caso da não efetivação do pagamento no referido prazo o artigo será substituído por outro no processo de diagramação.

f) A Revista Agriambi adota, como padrão de atribuição de acesso aberto dos artigos, a licença CC-BY, a qual maximiza a disseminação dos artigos sendo, portanto, adotada internacionalmente pelos principais periódicos e publicadores de acesso aberto. Maiores detalhes podem ser obtidos em <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/br/>.

g) Endereço para contato

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, Bloco CM, 1º andar

CEP 58429-140, Campina Grande, PB

Fone: 83 2101 1056, Email: carlosazevedo@agriambi.com.br

Anexo B – Normas da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia



Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal.

Formatação do texto

O texto NÃO deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como “Main Document” (Step 6), no formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), com linhas numeradas.

Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras.

Autores e Filiação: Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a qual pertencem. O autor e o seu e-mail para correspondência devem ser indicados com asterisco somente no “Title Page” (Step 6), em arquivo Word.

Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa.

Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*.

* na submissão usar somente o Keyword (Step 2) e no corpo do artigo constar tanto keyword (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do idioma em que o artigo for submetido.

Introdução: Explicação concisa na qual os problemas serão estabelecidos, bem como a pertinência, a relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, o suficiente para balizá-la.

Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados deverão constar obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação do CEUA. (verificar o Item Comitê de Ética).

Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número

de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer uma das partes).

Conclusões: As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, SEM revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências: As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais da ABNT, adaptadas para o ABMVZ, conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88);

dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974);

mais de dois autores: (Ferguson et al., 1979) ou Ferguson et al. (1979);

mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson et al. (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson et al., 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não faz parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

DUNNE, H.W. (Ed). *Enfermedades del cerdo*. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). *Enfermedades del cerdo*. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critical6.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. *Miami Herald*, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.

Anexo C – Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira



Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em “comentários ao editor”, informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em “resumo da biografia” de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em “incluir autor” para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (*keywords*) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo *word* de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

“Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo *word*. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, *Abstract*, *Index terms*, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, *Abstract*, *Index terms*, título em português, Resumo, Termos para indexação, *Introduction*, *Materials and Methods*, *Results and Discussion*, *Conclusions*, *Acknowledgements*, *References*, *tables*, *figures*.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, *Abstract*, *Index terms*, *Introducción*, *Materiales y Métodos*, *Resultados y Discusión*, *Conclusiones*, *Agradecimientos*, *Referencias*, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções. Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito. Deve ser iniciado com palavras chaves e não

com palavras como “efeito” ou “influência”. Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário. Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos. As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente. O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente. Devem ser agrupados pelo endereço da instituição. Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão. Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos. Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão. Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas. O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial. Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula. Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras. Não devem conter palavras que componham o título. Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada. Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO.

Introdução

A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito. Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto. O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais. Deve

ser organizado, de preferência, em ordem cronológica. Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental. Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis. Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas. Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento. Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente. Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados. Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial. Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos. As tabelas e figuras são citadas sequencialmente. Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores. Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados. Dados não apresentados não podem ser discutidos. Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados. As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada. Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras. As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial. Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo. Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho. Não podem consistir no resumo dos resultados. Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa. Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial. Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições). Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial. Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos. Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir. Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração. Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra. Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito. Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação. Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada. Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Brady rhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Redação das citações dentro de parênteses

Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman. Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências. Devem ser auto-explicativas. Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis. Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas. O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes. No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé. Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades. Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo. Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa. Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade. Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais. As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto. Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à

documentação dos fatos descritos. O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito. Devem ser auto-explicativas. A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título. Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses. Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas. O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. As unidades, a fonte (*Times New Roman*) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados. Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios). Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante. As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico. Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura. Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções. Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura. No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis). Não usar negrito nas figuras. As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto. Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, *Index terms*, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo. Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras. Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

Não há cobrança de taxa de publicação. Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas. O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação. São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meio de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).

2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.

3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e eletrônico; Resumo; Termos para indexação; *Title, Abstract; Index terms*; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.

4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.

5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.

6. Diante do grande número de trabalhos recebidos para publicação (média de 110 por mês), solicitamos sua concordância com os seguintes procedimentos adotados pela revista PAB:

Os trabalhos são analisados pela Comissão Editorial, antes de serem submetidos à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, caso o número de trabalhos aprovados ultrapasse a capacidade de publicação mensal, é aplicado o critério da **relevância relativa**. Segundo esse critério, os trabalhos com contribuição mais significativa para o avanço do conhecimento científico são aprovados. Esse critério é aplicado apenas aos trabalhos que atendam aos requisitos de qualidade, mas que, por excederem a capacidade de publicação mensal da revista, não podem ser todos aprovados. Por esse mesmo motivo, informamos que não aceitamos pedido de reconsideração.