

**MÚCIO ANDRÉ DOS SANTOS ALVES MENDES**

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DE EXCRETAS DE  
CODORNAS EUROPEIAS SUBMETIDAS A VARIAÇÕES DE  
TEMPERATURA EM CÂMARAS CLIMÁTICAS COMO INDICATIVO  
DE NIVEIS DE ESTRESSE CALÓRICO, EMISSÃO DE AMÔNIA E  
ADEQUAÇÃO A COMPOSTAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M538c  
2012

Mendes, Múcio André dos Santos Alves, 1984-  
Caracterização química e física de excretas de codornas  
européias submetidas a variações de temperatura em câmaras  
climáticas como indicativo de níveis de estresse calórico,  
emissão de amônia e adequação a compostagem / Múcio  
André dos Santos Alves Mendes. – Viçosa, MG, 2012.  
xvii, 87f. : il. ; (algumas color.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Richard Stephen Gates.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 78-85.

1. Codorna - Efeito da temperatura. 2. Stress (Fisiologia).  
3. Amônia. 4. Ave doméstica - Instalações - Engenharia  
ambiental. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento  
de Engenharia Agrícola. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Agrícola. II. Título.

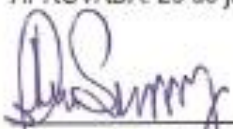
CDD 22. ed. 631.21

MÚCIO ANDRÉ DOS SANTOS ALVES MENDES

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DE EXCRETAS DE CODORNAS EUROPEIAS  
SUBMETIDAS A VARIAÇÕES DE TEMPERATURA EM CÂMARAS CLIMÁTICAS COMO  
INDICATIVO DE NÍVEIS DE ESTRESSE CALÓRICO, EMISSÃO DE AMÔNIA E ADEQUAÇÃO  
A COMPOSTAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 26 de julho de 2012.

  
Halmer Savastano Júnior

  
Angela Renee Green

  
Cecília de Fátima Souza  
(Coorientadora)

  
Ilda de Fátima Ferreira Tinôco  
(Coorientadora)

  
Richard Stephen Gates  
(Orientador)

*À minha família, dedico este trabalho!*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as conquistas, proteção e presença constante em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola e seus funcionários.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

Ao Professor Gates pela orientação e confiança.

À Professora Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pelos valiosos ensinamentos, conselhos, incentivo e confiança.

À Professora Cecília de Fátima Souza pelas orientações, conselhos e incentivo durante toda a minha formação acadêmica.

Ao Brás, técnico do laboratório de Matéria Orgânica do Departamento de Agronomia, pela inestimável ajuda, essencial para concretização deste trabalho.

Aos companheiros do AMBIAGRO; Alexandre, Déborah, Diogo, Fernanda, Humberto, Keles, Keler, Luis Gustavo, Lina, Maria Clara, Maria de Fátima, Maurilio, Marilu, Robinson e Seu Pedro pela convivência, auxílio e amizade.

À Tamara pelo companheirismo, compreensão nos momentos de estresse e auxílio em todas as etapas deste trabalho.

À minha mãe Denise, ao meu pai Nivaldo e meus irmãos; Mayara, Melissa, Mariana e Igor por me darem forças para seguir em frente, pela confiança e apoio as minhas decisões.

À minha madrinha Ruth Helena pelo apoio em todas as etapas de minha vida.

Aos meus amigos de Viçosa.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES  | vi  |
| LISTA DE TABELAS  | vii |
| LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS  | xi  |
| RESUMO  | xii |
| ABSTRACT  | xv  |
| 1. INTRODUÇÃO   | 1   |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA  | 8   |
| 2.1. Coturnicultura .....   | 8   |
| 2.1.1. Codorna Europeia (coturnix coturnix coturnix) .....                          | 9   |
| 2.2. Influência da Temperatura Ambiental na fisiologia das Aves .....               | 10  |
| 2.3. Excretas de Codorna .....  | 18  |
| 2.4. Ciclo do Nitrogênio .....  | 19  |
| 2.5. Produção de Amônia .....   | 20  |
| 2.6. Compostagem .....  | 23  |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS   | 28  |
| 3.1. Local do Experimento e Câmaras climáticas .....                                | 28  |
| 3.2. Fases experimentais.....   | 29  |
| 3.3. Primeira etapa – 1 <sup>a</sup> a 3 <sup>a</sup> semana de vida das aves ..... | 29  |
| 3.4. Segunda etapa – 4 <sup>a</sup> a 5 <sup>a</sup> semana de vida das aves .....  | 31  |
| 3.5. Manejo das aves.....   | 33  |
| 3.6. Coleta das amostras de excretas .....  | 34  |
| 3.7. Análise das amostras .....   | 35  |
| 3.7.1. Determinação do pH das amostras.....   | 36  |
| 3.7.2. Determinação da umidade das amostras.....                                    | 36  |
| 3.7.3. Determinação do teor de Carbono Orgânico.....                                | 38  |
| 3.7.4. Determinação do teor de Nitrogênio .....                                     | 38  |
| 3.7.5. Determinação do teor de Na, K, P .....                                       | 38  |
| 3.8. Análise estatística.....   | 39  |

|   |    |
|---|----|
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO   | 40 |
| 4.1. Caracterização dos elementos químicos (nitrogênio, fósforo, sódio e potássio) e da umidade, dos dejetos de codornas de corte durante suas três primeiras semanas de vida (1° fase do experimento).....         | 40 |
| 4.1.1. Teor de Nitrogênio Total .....   | 45 |
| 4.1.2. Teor de Fósforo Total.....   | 47 |
| 4.1.3. Teor de Sódio Total e Potássio Total .....   | 48 |
| 4.1.4. Teor de Umidade .....  | 50 |
| 4.2. Caracterização dos elementos químicos (nitrogênio, fósforo, sódio e potássio) e da umidade dos dejetos de codornas de corte coletados durante o 22° ao 35° dia de idade das aves (2° Fase do experimento)..... | 53 |
| 4.2.1. Nitrogênio.....  | 55 |
| 4.2.2. Fósforo Total.....   | 56 |
| 4.2.3. Sódio e Potássio Total .....   | 56 |
| 4.3. Relação Carbono/Nitrogênio das excretas de codorna, obtidos nas duas fases experimentais .....   | 58 |
| 4.3.1. Relação carbono/ nitrogênio das excretas de codorna durante a 1° fase do experimento (1° ao 21° dia).....  | 58 |
| 4.3.2. Relação carbono/ nitrogênio das excretas de codorna durante a 2° fase do experimento (22° ao 35° dia).....   | 63 |
| 4.4. Avaliação do Potencial de emissão de amônia com base nas características das excretas .....  | 68 |
| 4.4.1. Avaliação da emissão da amônia em função da umidade das excretas.....  | 68 |
| 4.4.2. Avaliação do potencial de emissão da amônia em função do teor de Nitrogênio das excretas.....  | 69 |
| 4.4.3. Avaliação do potencial de emissão de amônia em função do pH das excretas .....   | 69 |
| 5. CONCLUSÃO  | 76 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS   | 78 |
| ANEXO I   | 87 |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Respostas fisiológicas das aves ao estresse calórico. ....  | 16 |
| Figura 2. (A) Vista geral da área externa das cinco câmaras climáticas, (B) Vista do interior de uma das câmaras climáticas. .... | 28 |
| Figura 3. (A) Vista das bandejas de depósito de resíduos da gaiola, (B) Coleta de amostras de excretas. ....                      | 34 |
| Figura 4. Amostras compostas acondicionadas em sacos de polietileno e identificadas. ....   | 35 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Composição percentual de nitrogênio(N), fósforo (P) e potássio (K) em base seca. ....   | 18 |
| Tabela 2. Tratamentos em função da temperatura nas três primeiras semanas de idade das aves .....   | 30 |
| Tabela 3. Tratamentos em função da temperatura na 4ª e 5ª semana de idade das aves .....  | 32 |
| Tabela 4. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas em função dos cinco tratamentos e durante a primeira semana de vida das codornas de corte..... | 40 |
| Tabela 5. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas em função dos cinco tratamentos e durante a segunda semana de vida das codornas de corte.....  | 41 |
| Tabela 6. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas em função dos cinco tratamentos e durante a terceira semana de vida das codornas de corte..... | 42 |
| Tabela 7. Valores médios de N, P, K e U, para os tratamentos FS, FM, CT, CM e CS durante a primeira semana de vida das aves e comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT). ....        | 43 |
| Tabela 8. Valores médios de N, P, K e U, para os tratamentos FS, FM, CT, CM e CS durante a segunda semana de vida das aves e comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT). ....         | 44 |
| Tabela 9. Valores médios de N, P, K e U, para os tratamentos FS, FM, CT, CM e CS durante a terceira semana de vida das aves e comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT). ....        | 44 |
| Tabela 10. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas durante a quarta e quinta semanas de vida das codornas de corte. ....                         | 53 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 11. Teores de N, P, Na, K e U das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Severo durante segunda fase do experimento, em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida. ....   | 54 |
| Tabela 12. Teores de N, P, Na, K e U das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Moderado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT- CT) durante todo seu ciclo de vida. .... | 55 |
| Tabela 13. Teores de N, P, Na, K e U das excretas das codornas mantidas em Conforto Térmico Preconizado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida ..    | 55 |
| Tabela 14. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para as características analisadas nas excretas para a média dos cinco tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante a primeira semana de vida das codornas de corte. ....            | 58 |
| Tabela 15. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para as características analisadas nas excretas para a média dos cinco tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante a segunda semana de vida das codornas de corte. ....             | 59 |
| Tabela 16. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para as características analisadas nas excretas para a média dos cinco tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante terceira semana de vida das codornas de corte. ....              | 60 |
| Tabela 17. Valores médios dos teores de N, C e Relação C/N, para os tratamentos FS, FM, CM, CS, durante a primeira semana de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).....                                     | 61 |
| Tabela 18. Valores médios dos teores de N, C e Relação C/N, para os tratamentos FS, FM, CM, CS, durante a segunda semana de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).....                                      | 61 |
| Tabela 19. Valores médios dos teores de N, C e Relação C/N, para os tratamentos FS, FM, CM, CS, durante a terceira semana de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).....                                     | 62 |

|  |    |
|--|----|
| Tabela 20. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para os teores de N, C e Relação C/N para a média dos quinze tratamentos durante a quarta e quinta semanas de vida das codornas de corte.....  | 64 |
| Tabela 21. Teores de C e Relação Carbono/Nitrogênio nas excretas das codornas de corte mantidas em estresse por Calor Severo (CS) durante a segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT) durante todo seu ciclo de vida. ....   | 64 |
| Tabela 22. Teores de C e Relação Carbono/Nitrogênio nas excretas das codornas de corte mantidas em estresse por Calor Moderado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT) durante todo seu ciclo de vida. ....  | 65 |
| Tabela 23. Teores de C e Relação Carbono/Nitrogênio nas excretas das codornas de corte mantidas em Conforto Térmico Preconizado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT) durante todo seu ciclo de vida. ....   | 65 |
| Tabela 24. Relação carbono/nitrogênio de alguns Materiais orgânicos. ....  | 67 |
| Tabela 25. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para as características analisadas nas excretas de codorna de corte, referentes ao pH para a média dos tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante a primeira semana (pH <sub>1</sub> ), segunda semana (pH <sub>2</sub> ) e terceira semana (pH <sub>3</sub> ) de vida das codornas de corte..... | 70 |
| Tabela 26. Valores médios do pH, para os tratamentos (FS, FM, CM e CS) na primeira semana (pH <sub>1</sub> ), segunda semana (pH <sub>2</sub> ) e terceira semana (pH <sub>3</sub> ) de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT). ....  | 71 |
| Tabela 27. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, dos valores do pH para a média dos quinze tratamentos durante a quarta e quinta semanas de vida das codornas de corte. ....  | 72 |
| Tabela 28. Valores do pH das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Severo durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida .....   | 73 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 29. Valores do pH das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Moderado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida .....  | 73 |
| Tabela 30. Valores do pH das excretas das codornas mantidas em Conforto Térmico Preconizado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida ..... | 74 |
| Tabela 31. Composição da ração.....   | 87 |

## **LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

N – Nitrogênio Total

P – Fósforo Total

K – Potássio

Na – Sódio

C – Carbono Orgânico Total

U – Umidade em base úmida

Ph – Potencial Hidrogeniônico

FS – Estresse por Frio Severo

FM – Estresse por Frio Moderado

CT – Conforto Térmico Preconizado

CM – Estresse por Calor Moderado

CS – Estresse por Calor Severo

## RESUMO

MENDES, Múcio André dos Santos Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2012. **Caracterização química e física de excretas de codornas européias submetidas a variações de temperatura em câmaras climáticas como indicativo de níveis de estresse calórico, emissão de amônia e adequação a compostagem.** Orientador: Richard S. Gates. Coorientadores: Cecília de Fátima Souza e Ilda de Fátima Ferreira Tinôco.

Apesar das codornas de corte já estarem no mercado brasileiro há 16 anos, ainda são escassas as informações nas áreas de manejo, nutrição e ambiência como um todo, este fato muitas vezes dificulta a criação e contribui para o aumento no custo de produção da espécie europeia sob as condições do clima do Brasil. Considera-se que a coturnicultura de corte possui grande potencial de crescimento, tornando-se assim, de suma importância estudos relacionados à criação desse animal, tanto em termos de ambiência associada à produtividade animal, como em aspectos ambientais relacionados à caracterização dos dejetos produzidos, sob diferentes condições térmicas de criação. Com base no exposto, objetivou-se, com este trabalho, caracterizar e analisar a variação de componentes das excretas de codornas de corte da linhagem *Coturnix coturnix coturnix*, criadas em câmaras climáticas, sob diferentes situações de ambiente térmico. Teve-se como objetivos específicos avaliar a possível relação entre componentes e umidade da excreta com o ambiente térmico de criação das codornas, e a relação entre componentes e características da excreta com o conforto térmico ideal para as codornas, a cada semana de vida das mesmas. Objetivou-se também avaliar o potencial de

emissão de amônia das excretas em diferentes condições micro ambientais e determinar a relação Carbono/Nitrogênio das excretas com vistas ao cálculo da quantidade ideal de fontes específicas de carbono a serem adicionadas aos dejetos, para uma posterior compostagem eficiente do substrato gerado. A pesquisa foi realizada no AMBIAGRO-DEA/UFV, e conduzida em duas fases: na primeira fase foram utilizadas 900 aves de 1 a 21 dias de idade e segunda fase foram utilizadas 300 aves de 22 a 35 dias de idade. A primeira fase foi constituída por cinco tratamentos: conforto térmico preconizado pela literatura para as três primeiras semanas de vida das aves, (36, 33, 30°C, respectivamente), dois níveis de estresse por calor, (39, 36, 30°C e 42, 39, 36 °C respectivamente), dois níveis de estresse por frio (33, 30, 27°C e 30, 27, 24°C). Na segunda fase experimental houve uma redistribuição das aves de forma que as codornas de cada um dos cinco tratamentos da primeira fase fossem submetidas a uma situação de conforto térmico preconizado (26°C) e a dois níveis de estresse por calor (30°C e 33°C) constituindo assim, 15 novos tratamentos. Foram analisados o teor de umidade, pH, carbono orgânico, nitrogênio total, fósforo total, sódio total e potássio total, nas excretas das aves durante as duas fases. As variações dos teores de nitrogênio e potássio encontrados nas excretas das aves submetidas a diferentes ambientes térmicos não foi suficiente para garantir que estes parâmetros sirvam como indicadores de estresse térmico de codornas. Já os teores de umidade das excretas das aves submetidas ao calor severo, na segunda fase do experimento, foram superiores ao valor encontrado nas excretas das aves

submetidas ao conforto térmico, qualificando este fator como um indicativo de que as aves não se encontraram em conforto térmico. A relação carbono/nitrogênio obtida nas excretas de codornas, independente da idade e ambiente térmico a que estão submetidas, é inferior ao ideal para a compostagem, exigindo acréscimo de material fornecedor de carbono. Ambientes muito frios na fase inicial de vida ou muito quentes na fase de crescimento e final de codornas de corte, resultam em fezes mais líquidas e ao conseqüente maior potencial de emissão de amônia.

## ABSTRACT

MENDES, Múcio André dos Santos Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2012. **Chemical and physical characterization of excreta of European quail subjected to temperature variations in chambers as indicative of levels of heat stress, ammonia emission and fitness for composting.** Adviser: Richard S. Gates. Co-Advisers: Cecília de Fátima Souza and Ilda de Fátima Ferreira Tinôco.

Despite the meat quails are already in the Brazilian market for 16 years, there is little information in the areas of management, nutrition and environment as a whole, this fact often difficult to create and contribute to the increased cost of production of European species under the climate conditions of Brazil. It is considered that the creating quails cutting has great growth potential, thus making it of paramount importance studies related to the creation of this animal, both in terms of ambience associated with animal production, such as environmental aspects related to the characterization of waste produced, under different thermal conditions of creation. Based on the above, we aimed at, this work was to characterize and analyze the variation of components of the excreta of meat quails *Coturnix coturnix coturnix* strain, grown in growth chambers under different conditions of thermal environment. He had as specific objectives to evaluate the possible relationship between components and excreta moisture of the thermal environment for the creation of quails, and the relationship between components and characteristics of excreta with the thermal comfort ideal for quail, each week of the same. We will also evaluate the potential of ammonia emission from excreta in different micro-environmental

conditions and determine the ratio carbon / nitrogen excreta so that we can calculate the optimal amount of specific sources of carbon to be added to the manure, composting for later efficient substrate generated. The study was conducted in AMBIAGRO-DEA/UFV, and conducted in two stages: the first stage 900 birds were used 1-21 days of age and second stage 300 birds were used 22-35 days of age. The first phase consisted of the following treatments: thermal comfort recommended in the literature for the three first weeks of life of the birds (36, 33, 30 ° C, respectively), two levels of heat stress (39, 36, 30 ° C and 42, 39, 36 ° C respectively), two levels of stress for cooling (33, 30, 27 and 30 ° C, 27, 24 ° C). In the second phase trial was a redistribution of the birds so that the quail each of the five treatments were initially subjected to a thermal comfort recommended position (26 ° C) and two levels of heat stress (30 ° C and 33 ° C) thus, new treatments 15. We analyzed the moisture content, pH, organic carbon, total nitrogen, total phosphorus, total sodium and total potassium in the excreta of the birds during the two phases. The variations of nitrogen and potassium found in the excreta of birds submitted to different thermal environments was not enough to ensure that these parameters serve as indicators of thermal stress of quails. Since the moisture content of the excreta of birds subjected to severe heat in the second phase of the experiment are higher than the value found in the excreta of birds subjected to thermal comfort, describing this factor as an indication that the birds are not in thermal comfort . The carbon / nitrogen ratio obtained in the excreta of quails, regardless of age and are subjected to the thermal environment, is less than ideal for composting,

requiring addition of carbon material supplier. Very cold environments in early life or very hot in the growth phase and final meat quails, leading to more liquid feces and the consequent increased potential for ammonia emissions.

## 1. INTRODUÇÃO

O acelerado desenvolvimento da avicultura brasileira, com destaque a criação de frangos de corte em escala industrial, se deu principalmente devido à evolução nas áreas da nutrição animal, genética, manejo e sanidade, incluindo a importância que passou a ser dada à ambientação da ave à sua faixa de conforto térmico. Esses fatores foram relevantes e decisivos entre aqueles que consagraram o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango no mundo.

Neste contexto, outra ramificação da produção avícola que vem crescendo e se destacando no país é a criação de codornas. Atividade atraente para pequenos, médios e grandes produtores, e que garante rápido resultado econômico (ALBINO & BARRETO, 2003). Assim, apesar da demanda e produção de carne de codorna ainda serem consideradas baixas, se comparada às carnes de frango e de peru, sua alta rentabilidade tem sido fator marcante na expansão continuada da atividade.

As linhagens mais comuns no Brasil são a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) e a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japônica*), sendo que a europeia é a que tem sido utilizada para a produção de carne, por apresentar maior peso ao abate e melhor conversão alimentar em relação a codorna japonesa.

A primeira importação oficial de matrizes de codornas destinadas à produção de carne foi feita no ano de 1996 (ALMEIDA et al., 2002). Contudo,

apesar das codornas de corte já estarem no mercado brasileiro há 16 anos, ainda são escassas as informações nas áreas de manejo, nutrição e ambiência, como um todo. Este fato, muitas vezes, pode dificultar a criação e contribuir para o aumento no custo de produção da espécie europeia sob as condições do clima do Brasil.

Neste sentido, um desafio encontrado na definição de manejos adequados para a atividade da coturnicultura no Brasil, advém da grande extensão territorial do país, com diferenças de relevo, altitude e dinâmica das massas de ar, entre outros fatores, que conferem ao país grande diversidade climática. Algumas condições de temperatura podem levar as codornas ao desconforto térmico por frio ou calor, tornando-se fatores ambientais potencialmente limitantes para a coturnicultura. Além disso, as características dos materiais construtivos empregados, bem como a tipologia de aviários abertos praticados no país, não permite controle ambiental total, tornando a atividade vulnerável às oscilações térmicas extremas, especialmente no caso de projetos mal concebidos quanto à plena utilização de acondicionamento térmico natural.

No Brasil ainda não foram definidas as faixas ideais de temperatura para codornas de diferentes idades, sendo que se tem utilizado as informações adquiridas de pesquisas voltadas para o frango de corte, o que, nem sempre pode corresponder às realidades da codorna de corte, justificando assim a necessidade de investigação nessa área.

As suposições com as quais se tem trabalhado são que, na sua fase inicial de vida, três primeiras semanas de idade, as codornas necessitam de temperaturas ambientais em torno de 28 a 34°C. Nesta fase, os filhotes apresentam temperatura crítica efetiva mínima maior em relação aos animais adultos, já que seu sistema termorregulador ainda não está totalmente desenvolvido. Os limites da faixa de temperatura ideal decrescem com o avanço da idade das aves em geral, uma vez que vai ocorrendo o empenamento das mesmas e a camada de penas isola a superfície externa do animal, reduzindo perdas calóricas do núcleo basal para o ambiente, além de que, com o crescimento das aves, a relação da área de superfície do corpo pelo peso corporal sofre rápido declínio. Por outro lado em ambientes com temperaturas mais elevadas que o ideal, a ave passa a sofrer mais com o aumento da idade. Já que na fase adulta, o problema se inverte e as codornas são mais afetadas negativamente por condições de estresse por calor. Diversos trabalhos têm demonstrado que a ingestão de alimentos por frangos de corte diminui à medida que a temperatura ambiente se eleva a partir de 21°C, com consequências negativas no desempenho geral (TINÔCO & GATES, 2005) não sendo diferente para as codornas.

Em situação de estresse por frio, animais em crescimento ou adultos, mantêm o consumo de alimento, gerando incremento calórico. Porém a energia que serviria para deposição tecidual, em grande parte, é utilizada para manutenção, diminuindo assim o desempenho. Em pintos, durante a fase pré-inicial, o estresse por frio causa inibição do consumo de alimento, gastando

reservas para a termogênese e influenciando negativamente no desenvolvimento anatômico-fisiológico. Isso reflete no desenvolvimento dos animais, durante as demais fases sequentes de seu crescimento, podendo levar a queda de produtividade, ocorrência de lotes desuniformes, perda de peso e piora na conversão alimentar geral, embora o consumo de ração tenda a se elevar, gerando maior volume de excretas (ALMEIDA, 2010).

Já em situações de estresse por calor, segundo Baêta & Souza (2010) o animal reage consumindo menos ração, bebendo mais água, aumentando a frequência respiratória e experimentando diferentes posturas corporais e comportamentais, entre outros. Dentre as mudanças comportamentais das aves sob estresse por calor, certamente a redução do consumo de ração é uma das que acarretam maiores perdas substanciais, pois as aves tentam diminuir a produção de calor corporal interno via redução do consumo de energia da ração. Com isso há menor produção de excretas, as quais se tornam mais líquidas.

Além do ambiente térmico no interior da instalação a qualidade do ar é também de grande importância. A amônia, gás proveniente da decomposição microbiana dos dejetos dos animais, é outra variável ambiental de grande relevância e, em altas concentrações, também pode causar perdas significativas no consumo alimentar, desempenho e saúde das aves, e da mesma forma gerar condições insalubres para os trabalhadores (MIRAGLIOTTA, 2000; LOTT & DONALD, 2005).

A formação do gás amônia depende de diversos fatores, tais como densidade de animais, nutrição, umidade do ar e do piso e temperatura ambiente. Assim, a concentração de amônia no ar de um aviário, varia com o volume de excretas depositado na cama, com a densidade da excreta, com a intensidade de decomposição dos dejetos e com a ventilação do local, a qual, por sua vez, influencia na dispersão do gás no ar (AMARAL, 2007). Ou seja, a maior ou menor concentração de amônia produzida no aviário advém dos processos de decomposição do resíduo gerado, processo esse influenciado pela umidade da excreta e temperatura ambiente. Com base nesta premissa, infere-se que a natureza, volume e umidade da excreta, pode ser um importante indicativo das condições de conforto térmico do ambiente de criação.

Preocupações relacionadas aos aspectos produtivos devem ser direcionadas no sentido a minimizar os impactos ambientais advindos das atividades avícolas. A indústria de produção de aves de corte gera, anualmente, um grande volume de resíduos na forma de esterco que se incorpora nas camas de aves. Estes resíduos são ricos nos mais diversos tipos de nutrientes, já que é comum, na produção de aves, o uso de dietas enriquecidas no intuito de aumentar o desempenho zootécnico destas. Assim práticas adequadas de manejo dos diferentes tipos de resíduos gerados são essenciais para que a indústria avícola continue se desenvolvendo sob as condições de restrições legais atualmente existentes, as quais focam a sustentabilidade ambiental. Dentre as técnicas de tratamento de resíduos

sólidos, a compostagem ocupa lugar de destaque, sendo a mais difundida entre os produtores de aves, por demandar tecnologia relativamente simples e custo mais acessível. A compostagem se caracteriza como um processo de decomposição oxidativo biológico aeróbio e controlado. Por intermédio desse processo ocorre a transformação de resíduos orgânicos em produto estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem. Este sistema é bastante seguro em relação à contaminação do meio ambiente e evita a propagação de agentes infecciosos. Sendo um processo biológico, a compostagem requer condições especiais de temperatura, umidade, aeração, pH e relação Carbono/Nitrogênio (DAI PRA & MARONEZI, 2005).

Considera-se que a coturnicultura de corte é recente no Brasil e possui grande potencial de crescimento, torna-se de suma importância estudos relacionados à criação desse animal, tanto em termos de ambiência associada a produtividade animal, como em aspectos ambientais relacionados a quantificação e caracterização dos dejetos produzidos, sob diferentes condições térmicas de criação. Ou seja, acredita-se que, não somente o desempenho produtivo e aspectos fisiológicos das codornas indicariam a real condição de conforto térmico e bem estar animal a que as aves estariam expostas em seu ambiente de criação, mas também as características da excretas seria um importante indicativo do conforto animal, ajudando a encontrar a faixa de conforto térmico ideal para codornas de corte nas suas diferentes idades. Adicionalmente, as características das excretas sob

diferentes temperaturas ambiente, poderiam predizer o potencial de geração de amônia, bem como de seu potencial para posterior utilização como composto.

Com base no exposto, objetivou-se, com este trabalho, caracterizar e analisar a variação de componentes das excretas de codornas de corte da linhagem *Coturnix coturnix coturnix*, criadas em câmaras climáticas, sob diferentes situações de ambiente térmico (estresse moderado por frio e calor, estresse severo por frio e calor e conforto preconizado), durante duas diferentes fases de vida; crescimento inicial e crescimento final. Teve-se como meta avaliar a possível relação entre componentes e umidade da excreta com o ambiente térmico de criação das codornas, e a possível relação entre componentes e características da excreta com o conforto térmico ideal para as codornas, a cada semana de vida das mesmas. Objetivou-se também avaliar o potencial de emissão de amônia das excretas em diferentes condições micro ambientais e determinar a relação Carbono/Nitrogênio das excretas para que se possa calcular a quantidade ideal de fontes específicas de carbono a ser adicionada aos dejetos, para uma posterior compostagem eficiente do substrato gerado.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Coturnicultura

A codorna é originária do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à ordem dos Galináceos, família dos Fasianídeos (Phasianidae), da subfamília dos Perdicionidae e do gênero *Coturnix*, que corresponde a mesma família das galinhas e perdizes (SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005). A codorna selvagem ou europeia (*coturnix coturnix coturnix*), possui várias linhagens selecionadas para a produção de carne por apresentar maior porte e peso final. Já a codorna doméstica (*coturnix coturnix japônica*) é uma subespécie obtida de vários cruzamentos com codornas selvagens que possibilitaram o confinamento em gaiolas e a produção em série de ovos (ALBINO E BARRETO, 2003).

A coturnicultura, durante muitos anos, foi considerada como atividade alternativa para pequenos produtores no Brasil. Entretanto a procura do mercado consumidor atual por carne de qualidade dentre outros fatores, tais como rápido crescimento dos animais, precocidade na produção e maturidade sexual, alta produtividade, baixo investimento inicial e rápido retorno financeiro, tornaram a coturnicultura uma atividade altamente promissora e com altos índices de crescimento no país (SILVA *et al.*, 2009).

Segundo Bordin (2011), “nos últimos dez anos a produção e criação de codornas no Brasil apresentaram evolução significativa. Este fato é observado por um maior número de pesquisas científicas realizadas por centros

especializados, maior especificidade de produtos veterinários, desenvolvimento de alimentos e equipamentos específicos para a espécie, melhoria do material genético, tanto para a produção de ovos como para produção de carne, bem como crescente número de plantas de processamento de ovos fiscalizadas e modernizadas”.

Segundo dados do IBGE (2011), nos últimos anos o plantel brasileiro tem se concentrado nos estados de Minas Gerais e São Paulo, sendo que o sudeste participa com 68,52% do montante total, porém existe uma ampla distribuição das codornas pelo Brasil.

### **2.1.1. Codorna Europeia (*coturnix coturnix coturnix*)**

No Brasil, a produção de carne de codorna foi, por um longo período de tempo, caracterizada pelo abate de aves provenientes das criações destinadas à produção de ovos, nas quais os machos eram criados até os 42 a 49 dias de idade e, depois, abatidos. Em consequência, as carcaças obtidas eram muito pequenas, pesando entre 70 a 110g, e a carne das fêmeas era relativamente dura por se tratar de aves de aproximadamente um ano de idade (SILVA et al., 2007). Entretanto, com a introdução da codorna europeia (*coturnix coturnix coturnix*) no Brasil por volta de 1996, linhagem esta que atende aos requisitos para a produção de carne, a exploração para corte começou a se difundir.

Apesar de fenotipicamente semelhantes à *Coturnix coturnix* japônica, as europeias são maiores (peso vivo ao abate de 200 a 300g), possuem uma

coloração marrom mais viva, têm temperamento nitidamente mais calmo, tanto em gaiolas como em piso, e o peso e tamanho dos ovos são maiores, embora a idade de maturidade sexual seja praticamente a mesma da codorna de postura (REZENDE et al.,2004).

Apesar da coturnicultura se apresentar como uma promissora alternativa à indústria avícola, no que se remete a produção de proteína animal de qualidade, e ser evidente o seu crescimento no país, o ambiente externo de criação é um forte limitante a eficiência de sua produção, sendo a temperatura um dos fatores de maior importância. Este tem consequência direta no sistema fisiológico das aves, as quais mantem a homeotermia a custo de severas compensações fisiológicas, que influenciam diretamente a absorção de nutrientes e as características das excretas.

## **2.2. Influência da Temperatura Ambiental na fisiologia das Aves**

O ambiente externo compreende todas as variáveis físicas, químicas, biológicas, sociais e climáticas que interagem com o animal. Este último porta-se como um sistema termodinâmico que, continuamente, troca energia com o ambiente. Neste processo, os fatores externos do ambiente tendem a produzir variações internas no animal, influenciando a quantidade de energia trocada entre ambos, havendo, então, necessidade de ajustes fisiológicos para o balanço de calor, ajustes esses que exercem ação direta e imediata sobre as respostas comportamentais, produtivas e reprodutivas dos animais (BAETA & SOUZA, 2010).

As aves, por serem animais homeotérmicos, possuem um centro termorregulador no sistema nervoso central, o hipotálamo, órgão que funciona como termostato fisiológico, controlando a produção e dissipação de calor através de diversos mecanismos, como o fluxo sanguíneo na pele, mudança na frequência cardíaca e respiratória e modificação na taxa metabólica (MORO, 1995). O aparelho termorregulador das aves é pouco desenvolvido, tornando-as sensíveis ao frio durante sua primeira fase de vida, 1<sup>o</sup> a 3<sup>o</sup> semana, e ao calor na fase adulta.

Segundo Baião (1995), a capacidade de termorregulação da ave adulta ao frio é maior que a capacidade para reagir ao calor. Esta característica pode ser ilustrada pelo fato do limite inferior da zona de conforto das aves adultas em geral está em torno de 12 °C, ou seja, 30 °C abaixo de sua temperatura corporal; já a temperatura ambiente limite superior é de 47 °C, isto é, apenas 5 °C acima da temperatura basal das aves, a temperatura ambiente já se torna potencialmente letal, dependendo do tempo de permanência do estresse calórico.

A zona de termoneutralidade para codornas na fase inicial ainda não foi definida para as condições de aclimação ao clima do Brasil, contudo, segundo Murakami & Ariki (1998), esta zona estaria compreendida entre 35 a 38 °C, sendo que essa temperatura tende a declinar em torno de 3°C a cada semana. De acordo com Tinôco (1998), um ambiente é considerado confortável para aves adultas em geral quando apresenta temperaturas de 16 a 23°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%.

A temperatura e umidade relativa do ar são dois elementos climáticos, altamente correlacionados ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito elevadas (acima de 35°C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (BAÊTA E SOUZA, 2010).

Neste sentido, a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (OLIVEIRA et al., 2006).

Quando submetida a situações de estresse por calor, a ave responde fisiologicamente aumentando a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica (FURLAN, 2006).

A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (BORGES et al., 2003). Nesta fase, contudo, a troca de calor implica em alterações na produtividade dos animais. Segundo Costa (1980), em temperaturas moderadas (20°C), a ingestão de água de uma

poedeira é de aproximadamente 1,9 a 2 vezes maior que a quantidade de alimento ingerido. Em temperaturas acima do conforto térmico esta ingestão de água pode aumentar de 4 a 5 vezes.

Desta forma o acréscimo do consumo de água está relacionado ao aumento da demanda de água destinada ao processo de perda de calor por meios evaporativos, via sistema respiratório. Linsleey e Berger (1964) demonstraram que, sob condições de estresse térmico, as aves podem aumentar a taxa respiratória de 25 para 250 movimentos respiratórios/minuto. Portanto, uma maior ingestão de água realmente facilita a perda calórica nesta situação.

Outro efeito do estresse térmico por calor sobre as aves que afeta a produtividade é a redução do consumo de ração, pois as aves tentam diminuir a produção de calor interno devido ao consumo de energia da ração. Tanto a digestão quanto a absorção dos nutrientes geram energia, que liberada na forma de calor resulta em “incremento calórico” (NASCIMENTO & SILVA, 2010). Contudo, a redução do consumo de ração pode levar a deficiência de aminoácidos, fato que pode ser corrigida pelo adensamento do teor de aminoácidos sintéticos da ração. Com isto torna-se possível que as aves tenham o balanço aminoacídico próximo dos seus requerimentos reais, possibilitando a redução da excreção de nitrogênio.

Bonnet et al. (1997) constataram que a redução no ganho de peso em frangos de corte na fase final submetidas a estresse por calor foi de 50% em relação às aves mantidas em condições de termoneutralidade. Após duas

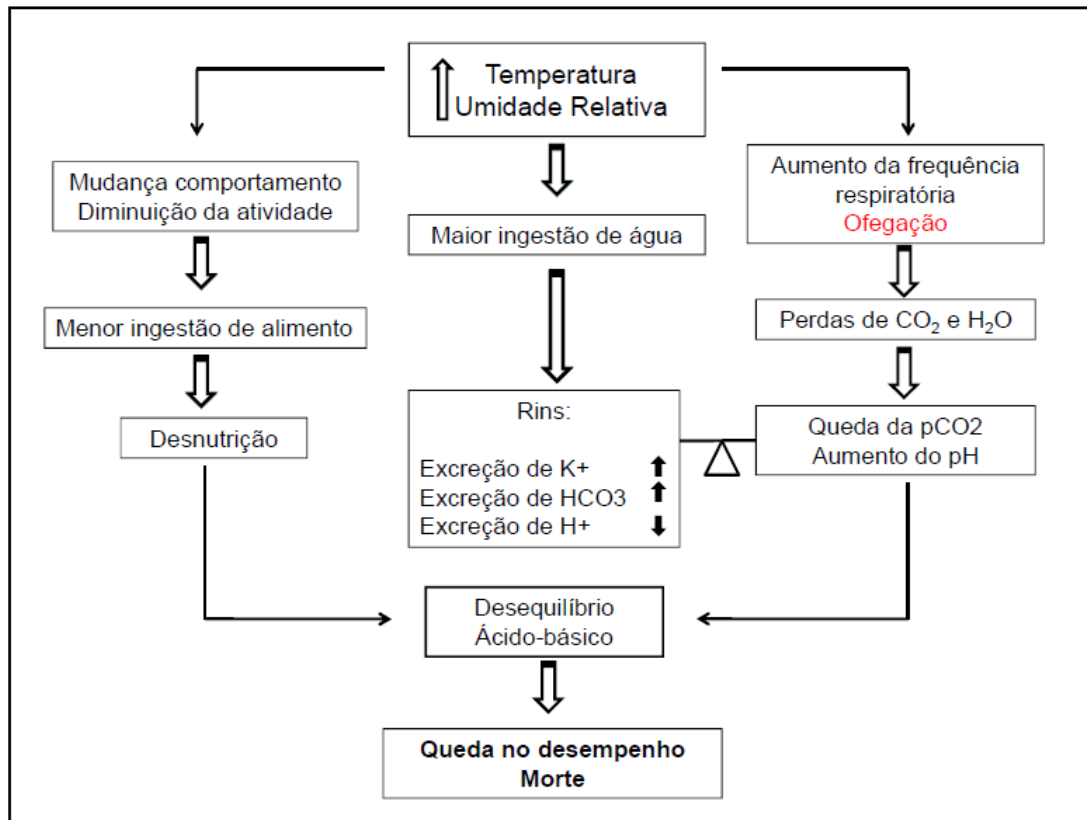
semanas de exposição crônica de calor, a ingestão de alimentos diminuiu mais que 3% por cada aumento de um grau entre 22 e 32°C.

Em outro experimento Oliveira Neto et al. (2000) observaram que frangos de corte na fase adulta submetidas ao estresse por calor apresentaram ganho de peso 16% menor, quando comparadas com as aves mantidas sob condições de termoneutralidade. Segundo Geraert et al. (1996), metade da redução do crescimento já poderia ser atribuído ao efeito direto da alta temperatura e a outra metade da redução explicada pela diminuição da utilização dos nutrientes, pelo aumento da produção de calor, pela redução na retenção de proteína, e pelo aumento na deposição de gordura. Segundo Oliveira Neto et al. (2000) o aumento na gordura abdominal pode estar associado à redução do tamanho de órgãos metabolicamente ativos e da deposição de proteína de peito, o que disponibilizou maior quantidade de energia para deposição como gordura no ambiente de calor.

Uma grave consequência do aumento da temperatura ambiental é o distúrbio do equilíbrio ácido-base, causado pelo aumento da frequência respiratória. A hiperventilação gerada pelo aumento da frequência respiratória resulta em grande eliminação de  $\text{CO}_2$  (produto final da oxidação de carboidratos, lipídios e proteínas). O  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono) é importante, porque ele reage com  $\text{H}_2\text{O}$ , sob a ação da enzima anidrase carbônica formando o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). O ácido carbônico é importante no tamponamento do pH sanguíneo. A diminuição da concentração de  $\text{CO}_2$  provoca queda na

concentração de  $\text{H}_2\text{CO}_3$  e dos íons de hidrogênio, resultando em alcalose (aumento do pH sanguíneo) (FURLAN *et al.*, 2005).

A alcalose aumenta a secreção renal de  $\text{K}^+$ , diminuindo a sua concentração no plasma, resultando em queda no desempenho, visto que o  $\text{K}^+$  está envolvido na condução nervosa, excitação e síntese de proteínas. A taxa de excreção de  $\text{K}^+$  pela urina é variável, estando ligada à concentração plasmática de  $\text{Na}^+$  e ao estado de hidratação da ave, sendo que as perdas podem ser causadas por um aumento no consumo de água, já que o gradiente osmótico favorece o movimento de água do fluído intracelular para urina, podendo carrear o  $\text{K}^+$ . O aumento na ingestão de  $\text{K}^+$  resulta em maior perda urinária, sendo que a ave tem pouca capacidade de conservar o  $\text{K}^+$  corporal (BORGES, 1997; SALVADOR *et al.*, 1999). De uma maneira mais imediata, isto pode ser identificado pela prevalência de fezes mais líquidas (úmidas) durante os eventos de estresse calórico. Borges *et al.* (2003) buscaram representar, esquematicamente, as respostas das aves ao estresse por calor, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Respostas fisiológicas das aves ao estresse calórico.

Fonte: BORGES et al., 2003.

Em ambientes que proporcionem condições de estresse por frio, animais em crescimento ou adultos, mantêm o consumo de alimento, gerando incremento calórico, porém a energia que serviria para deposição tecidual, em parte é utilizada para manutenção, diminuindo assim sua conversão alimentar. Em pintos, durante os primeiros sete dias de vida, ocorre a maior taxa de formação de órgãos vitais, como coração, pulmão, sistema digestivo e imunológico; assim, para que este desenvolvimento seja normal, os pintinhos necessitam absorver todos os nutrientes e anticorpos contidos no saco embrionário; isto só ocorrerá se eles forem mantidos a uma temperatura em torno de 32 °C e

ingerirem água e ração em quantidades suficientes, pois, se a temperatura for muito baixa, eles permanecerão agrupados e encolhidos e não irão até os comedouros e bebedouros (CONTO, 2003). Isso reflete no desenvolvimento dos animais, durante todas as demais fases de sua vida, e conseqüente queda de produtividade, lotes desuniformes, perda de peso e piora na conversão alimentar, uma vez que haverá maior dificuldade de absorção de nutrientes (ALMEIDA, 2010).

Segundo Baêta & Souza (2010), outra forma utilizada pelas aves para contornar o estresse por frio é ativar, através do centro termorregulador, localizado no sistema nervoso central, processos fisiológicos como a vasoconstrição periférica e eriçamento das penas. Este último aumenta a eficiência do isolamento, criando ao redor do corpo um "bolsão de ar" entre as penas, de tal forma que quanto mais penas o animal tiver, mais eficaz será esse sistema de proteção.

Como seres homeotérmicos que são, as aves necessitam manter a temperatura interna do corpo em níveis relativamente constantes, em ambientes cujas condições termo higrométricas são as mais variáveis, através de mecanismos orgânicos de controle representados por severas compensações fisiológicas. Esses ajustes são feitos em detrimento da produção destes animais que, ao invés de empregar os nutrientes para a síntese, utilizam-nos para produzir ou dissipar calor. Quando não ocorre nenhum desperdício de energia, seja para compensar o frio ou para acionar seu sistema de refrigeração em combate ao excesso de calor do ambiente, diz-

se que a ave está em condições de conforto e, conseqüentemente, de produtividade máxima. Fora da zona de conforto ocorre decréscimo da performance produtiva, reprodutiva e resistência do organismo, sendo que extremos num e noutro sentido podem vir a ser letais (TINOCO, 2001).

### 2.3. Excretas de Codorna

Assim como a avicultura industrial, a coturnicultura produz uma grande quantidade de resíduos orgânicos. A excreta de codorna é rica em nitrogênio, fósforo e potássio, e possui teores maiores de fósforo e potássio comparado com excretas de outras aves, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição percentual de nitrogênio(N), fósforo (P) e potássio (K) em base seca.

| <b>Aves</b> | <b>N (%)</b> | <b>P(%)</b> | <b>K(%)</b> |
|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Galinha     | 6,25         | 2,27        | 1,57        |
| Perus       | 3,7          | 2,4         | 1,7         |
| Gansos      | 2,8          | 0,92        | 1,86        |
| Marrecos    | 4,9          | 4,46        | 1,6         |
| Codornas    | 4,44         | 4,37        | 2,13        |

Fonte: Normas e padrões de alimentação animal (1998).

Entende-se que essa composição tem ligação direta tanto com a dieta das aves quanto com o ambiente térmico em que essas estão inseridas, o qual pode influenciar além da composição química, a quantidade e umidade da excreta.

## 2.4. Ciclo do Nitrogênio

Quatro quintos da atmosfera terrestre são constituídos por nitrogênio molecular ( $N_2$ ), forma mais abundante deste elemento cujo número atômico é sete. O Nitrogênio é indispensável para a vida na terra, sendo essencial para a constituição de aminoácidos e proteínas. Apesar de ser uma molécula pouco reativa, em contraste ao hidrogênio, oxigênio e carbono, existe na atmosfera em diversas formas: nitrogênio molecular ( $N_2$ ), óxidos de nitrogênio ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ) e compostos de hidrogênio nitrogênio ( $NH$ ,  $NH_3$ ,  $HNO_2$  e  $HNO_3$ ) (BOTKIN e KELLER, 1995).

A atmosfera constitui o maior reservatório global de nitrogênio, com três quilhões de toneladas. No entanto o nitrogênio presente neste reservatório se encontra em seu estado mais inerte, na forma de  $N_2$ , o qual não é aproveitado pelo metabolismo da maioria dos seres vivos, já que uma quantidade de energia significativa é necessária para quebrar a tripla ligação covalente apolar entre os átomos de Nitrogênio. Desta forma para que este elemento possa ser utilizado pelos seres vivos é necessário que se quebre essa ligação, resultando assim em moléculas mais reativas como a amônia, amônio ou o nitrato. Estas transformações são denominadas mecanismos de fixação de nitrogênio (ADUAN et al., 2004).

A fixação do nitrogênio pode acontecer em uma escala menor pela ação de descargas elétricas na atmosfera, através de raios que produzem condições momentâneas de altas pressões e temperaturas, fazendo com que o oxigênio

(O<sub>2</sub>) e o nitrogênio gasosos (N<sub>2</sub>) se combinem principalmente na forma de NO<sub>x</sub>, que são os óxidos de nitrogênio (Schlesinger, 2000). Até um passado geológico recente a fixação por microrganismos simbiotes com plantas ou de vida livre era considerada a principal forma de fixação do nitrogênio. Atualmente a atividade humana tem papel de destaque na produção de nitrogênio disponível na biosfera, sendo grande parte produzida em processos industriais e depositada em áreas agrícolas como fertilizantes. Outra forma de fixação antropogênica de N é a queima de combustíveis fósseis, que libera nitrogênio de fontes antes indisponíveis para a biota terrestre (ADUAN et al., 2004).

Os sistemas de produção animal, principalmente quando se trata de produção intensiva, constituem importantes exemplos de atividades nas quais o N é introduzido em grandes quantidades pela ação antrópica. Uma vez que as rações são ricas em aminoácidos no intuito de elevar o desempenho produtivo dos animais (Yang et al., 2000).

## **2.5. Produção de Amônia**

A amônia é um gás tóxico, incolor, mais leve que o ar e apresenta forte reação alcalina. Facilmente se liquefaz quando comprimido, possui odor característico, forte e penetrante. É muito solúvel em água, sendo que a 20°C e pressão de uma atmosfera, um volume de água dissolve 720 volumes de amônia, formando hidróxido de amônio (NH<sub>4</sub>OH). A amônia pode estar na

forma chamada não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), volátil e mais tóxica, ou na forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), solúvel (FELIX; CARDOSO, 2004).

Este gás é formado a partir da decomposição do ácido úrico e de compostos nitrogenados não digeridos, excretados nas fezes dos animais. Possui odor forte, sendo irritante às mucosas. Em instalações avícolas, quando a concentração de amônia no ar é superior a 60 ppm, a ave fica predisposta a doenças respiratórias, aumentando o risco de infecções. Quando o nível de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas. Níveis altos de amônia, de 60 a 100 ppm, podem ser observados no início da criação em galpões avícolas com a reutilização da cama (GONZÁLES & SALDANHA, 2001).

A emissão de amônia em criações de animais depende diretamente do teor de  $\text{NH}_3$  dissolvido na solução que envolve as partículas da cama. Que depende da composição química e física da matéria orgânica está relacionada com a porcentagem de nitrogênio na ração e a digestibilidade da proteína, com a densidade de aves e com o manejo do esterco, (GROOT KOERKAMP, 1994). Já a intensidade da volatilização deste gás depende de sua disponibilidade e das propriedades da cama. De acordo com Li (2006) os fatores mais importantes na volatilização da  $\text{NH}_3$  são pH, umidade relativa e temperatura da cama. Esses fatores regem a conversão entre  $\text{NH}_4^+$  (com baixo grau de volatilização) em  $\text{NH}_3$  (altamente volatilizável) (ZAPATA, 2011).

O pH determina o equilíbrio entre o  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_3$  em sistemas aquosos quando se tem temperatura constante. A redução do pH leva à uma menor proporção de  $\text{NH}_3$  na forma aquosa e, portanto, a um menor potencial de volatilização de  $\text{NH}_3$ . O maior aumento da liberação de  $\text{NH}_3$  ocorre entre um pH de 7 e 11. Assim, a volatilização de  $\text{NH}_3$  ocorre com um pH abaixo de 7, porém em torno de um pH de 4,5, quase não há amônia livre mensurável (HARTUNG & PHILLIPS, 1994).

Diversos estudos tem confirmado a eficácia da redução do pH na atenuação da volatilização de  $\text{NH}_3$  gerada de estrume animal. Burgess et al. (1998) testaram o efeito do sulfato de alumínio sobre o pH da cama de frango composta por palha de arroz e observaram que sua adição provocou redução do pH de 7,47 para 4,43. Li et al. obtiveram uma redução de 89% na volatilização de  $\text{NH}_3$  com a aplicação de sulfato de alumínio a uma taxa de  $2 \text{ kg m}^{-2}$ .

Como mencionado, além do pH, outros fatores favorecem a volatilização. O teor de umidade do meio contribui para a volatilização do  $\text{NH}_3$  devido às condições propícias para reações químicas e microbianas. Cabrera & Chiang (1994) observaram que as perdas de amônia por volatilização variaram de 32 a 139% do amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) inicial e verificaram que este aumentava com o aumento da quantidade de água presente na cama estocada; sendo assim, os autores sugeriram que a cama fosse estocada em lugar seco para diminuir perdas de nitrogênio.

Temperaturas elevadas também potencializam volatilizações de NH<sub>3</sub>, devido ao aumento na taxa de várias reações e na atividade da urease (TISDALE et al., 1985).

## **2.6. Compostagem**

Assim como a avicultura industrial, a coturnicultura produz uma grande quantidade de resíduos orgânicos. Segundo Kiehl (1985), a soma dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) do esterco dessas aves pode ser de duas a três vezes maiores que o encontrado nas dejeções de mamíferos. Tal fato, aliado a um mercado consumidor cada vez mais preocupado quanto à origem dos produtos adquiridos, bem como do destino dos dejetos produzidos na cadeia de produção, fazem com que seja necessário um planejamento prévio da atividade de produção animal, visando o manejo adequado das excretas produzidas, bem como o desenvolvimento e sobrevivência dessa atividade econômica.

A compostagem surge como uma alternativa de baixo custo que pode ser empregada, desde que alguns parâmetros sejam adaptados para que os resíduos possam ser decompostos sem que haja disseminação de doenças na região onde a atividade está inserida (COSTA et al., 2005). Segundo Pereira Neto (1987), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais

intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.

Por se tratar de um processo essencialmente biológico a compostagem está condicionada a todas as limitações relacionadas à atividade microbiana. Dentre os fatores que afetam a compostagem pode-se destacar a temperatura; o requerimento de oxigênio ou taxa de aeração; o conteúdo de água; os nutrientes; o tamanho da partícula e o pH. O sucesso de um sistema de compostagem, com a obtenção de um produto final estável e sanitariamente seguro, irá depender da observação dos princípios e limites de cada fator que afeta o processo (AZEVEDO, 1993).

Segundo Golueke (1997), a compostagem aeróbia é caracterizada por altas temperaturas, podendo ultrapassar 65°C, pela ausência de cheiro desagradável e por apresentar uma taxa de decomposição da matéria orgânica mais rápida, quando comparada com a compostagem sem a presença de oxigênio (anaeróbia). Esta é caracterizada por baixos valores de temperatura, pela produção e produtos intermediários de odores desagradáveis e pelo maior tempo gasto para a decomposição da matéria orgânica.

As altas temperaturas desenvolvidas durante a decomposição aeróbia é de fundamental importância para reduzir o número de microrganismos patogênicos do resíduo. Costa et al. (2006) observaram em compostagem de carcaça de aves uma redução progressiva de coliformes totais e termotolerantes, além da destruição das bactérias do gênero salmonela spp.

que foram isoladas no material inicial e não foram encontradas no composto final.

Dentre os nutrientes utilizados pelos microrganismos, dois são de extrema importância: o carbono e o nitrogênio, cuja concentração e disponibilidade biológica de ambos afetam o desenvolvimento do processo. O carbono é usado pelos microrganismos como fonte de energia para a oxidação metabólica e é o elemento importante na síntese da parede celular, protoplasma e outras estruturas celulares. A oxidação do carbono a dióxido de carbono é a principal responsável pela perda de massa e geração de calor, característica dos processos de compostagem. Entre os materiais ricos em carbono pode-se considerar os materiais lenhosos, tais como a casca de árvores, as aparas de madeira, as podas dos jardins, folhas e galhos das árvores, palhas e fenos, e papel. O nitrogênio é fonte básica para reprodução protoplasmática dos microrganismos e o carbono, dentre outras funções é fonte básica de energia para seus processos vitais (PEREIRA NETO, 1989). Entre os materiais nitrogenados incluem-se as folhas verdes, estrumes animais, urinas, solo, restos de vegetais hortícolas, erva, dentre outros.

A relação C/N inicial adequado em uma massa de resíduos orgânicos deve estar entre 25/1 a 35/1. Caso a relação C/N seja muito alta, a degradação poderá ser dificultada. E caso seja muito baixa, haverá significativas perdas de nitrogênio, devido ao desequilíbrio existente na relação C:N do material que, na maioria das vezes, é perdida por volatilização, na forma de amônia. As perdas iniciam-se com a hidrólise dos compostos nitrogenados pelos microrganismos

que degradam o N-orgânico, levando à formação de  $\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}$  (amonificação). O  $\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}$  formado é utilizado no crescimento microbiano ou para o processo de nitrificação; no entanto, quando se apresenta em quantidades maiores do que as assimiláveis pelos microrganismos, é perdido para a atmosfera nas formas de óxidos de nitrogênio e amônia, sendo que esta última representa a maior fração das perdas ocorridas (ORRICO JÚNIOR, 2004).

No processo de compostagem, a umidade garante a atividade microbiológica uma vez que a estrutura dos microrganismos é constituída de aproximadamente 90% de água e, na produção de novas células, a água precisa ser obtida do meio. Além disso, todo o nutriente necessário para o desenvolvimento celular precisa ser dissolvido em água para sua assimilação (ALEXANDER, 1977).

O teor de umidade ideal para compostagem aeróbia, é de cerca de 60%. Sabe-se que em compostos com baixo teor de umidade, (abaixo de 40%), o processo ocorre de forma lenta, predominando a ação dos fungos, pois as bactérias estarão pouco ativas (KIEHL, 1985). Para taxas de umidade superiores a 60% pode haver modificação do processo, fazendo com que a decomposição seja em parte anaeróbia, gerando odores desagradáveis. É muito importante para o processo de compostagem que se tenha uma dosagem certa entre a umidade e oxigênio (KIEHL, 1998).

De acordo com Jimenez & Garcia (1989), o pH do composto pode ser indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos. Os primeiros dias da fase ativa são caracterizados por apresentar, no material em

compostagem, um pH baixo, entre 4 e 5. Esse decréscimo no valor do pH pode ser resultado da formação de ácidos orgânicos em zonas anaeróbias ou do acúmulo de ácidos intermediários, formados a partir da grande quantidade de material carbonáceo presente. Assim, valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo ou à ocorrência de processos anaeróbios no interior da pilha em compostagem.

Segundo Pereira Neto (2004), para a maioria das bactérias, a faixa ótima de pH está entre 6 e 7,5 e para os fungos entre 5,5 e 8,0. Ao final do processo de compostagem, o pH tende a ficar na faixa alcalina de 7,5 a 9,0. Segundo Graves *et al.* (2000), a faixa ideal para a atividade microbiana é de 6,5 a 8,0.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local do Experimento e Câmaras climáticas

Este trabalho foi realizado em 05 câmaras climáticas (Figura 01) construídas na área experimental do AMBIAGRO, Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais, da área de Construções Rurais e Ambiência do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na cidade de Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil. O campus da UFV situa-se a 649 m de altitude, o clima predominante na região, de acordo com a classificação de Koppen, é Cwa (quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e verão quente).



**Figura 2.** (A) Vista geral da área externa das cinco câmaras climáticas localizadas no DEA/UFV e, (B) Vista do interior de uma das câmaras climáticas.

Cada câmara climática, de dimensões 2,55 X 3,25 m, é equipada com um ar condicionado tipo split quente/frio, um aquecedor de resistência elétrica, com 2000 W de potência e um umidificador, com capacidade para 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 ml/h. O aquecedor e o umidificador são controlados por meio de um controlador eletrônico de temperatura e umidade.

### **3.2. Fases experimentais**

O experimento foi conduzido em duas etapas, que corresponderam as duas diferentes fases da vida das codornas de corte. A primeira foi conduzida entre a primeira e a terceira semana de vida dos animais, período no qual é necessário o aquecimento do ambiente de criação (fase de aquecimento). As aves foram submetidas a estresse moderado e severo por frio e por calor e a conforto térmico preconizado, constituindo os cinco tratamentos.

Na segunda etapa, quarta e quinta semana de vida, fase caracterizada por maior vulnerabilidade das aves às altas temperaturas, os animais submetidos aos tratamentos anteriores (1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> semana) foram rearranjados configurando 15 novos tratamentos, representando os anteriores submetidos ao estresse moderado e severo por calor e conforto térmico preconizado.

### **3.3. Primeira etapa – 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> semana de vida das aves**

Na primeira etapa do experimento foram utilizadas 900 codornas europeias, de ambos os sexos, com um dia de vida, originárias de um mesmo

matrizeiro. Os animais foram alojados em gaiolas de 1,0m x 0,5m x 0,5m (largura, profundidade e altura), em cada câmara climática, sendo 30 aves em cada gaiola na fase inicial.

Os animais foram submetidos a cinco tratamentos, os quais foram constituídos por diferentes níveis de temperaturas nas três primeiras semanas de vida, observando-se as mudanças de exigências térmicas por parte das aves à medida que se desenvolviam, conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2.** Tratamentos em função da temperatura nas três primeiras semanas de idade das aves

| <b>Tratamentos</b> | <b>Descrição</b>                 | <b>Temperatura<br/>1ª semana</b> | <b>Temperatura<br/>2ª semana</b> | <b>Temperatura<br/>3ª semana</b> |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>T1</b>          | Estresse por frio severo (FS)    | 30 °C                            | 27 °C                            | 24 °C                            |
| <b>T2</b>          | Estresse por frio moderado (FM)  | 33 °C                            | 30 °C                            | 27 °C                            |
| <b>T3</b>          | Conforto térmico (CT)            | 36 °C                            | 33 °C                            | 30 °C                            |
| <b>T4</b>          | Estresse por calor moderado (CM) | 39 °C                            | 36°C                             | 33 °C                            |
| <b>T5</b>          | Estresse por calor severo (CS)   | 42 °C                            | 39 °C                            | 36°C                             |

#### **3.4. Segunda etapa – 4<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> semana de vida das aves**

Na segunda fase, os animais submetidos aos tratamentos da primeira etapa foram redistribuídos aleatoriamente e submetidos a três temperaturas, resultando em quinze novos tratamentos, que consistiram na combinação dos tratamentos da primeira etapa com novos níveis de temperaturas, sendo eles: temperatura de conforto preconizado e dois níveis de estresse por calor (moderado e severo). Cada tratamento foi aplicado a duas gaiolas. . Os tratamentos são descritos na tabela a seguir.

**Tabela 3.** Tratamentos em função da temperatura na 4ª e 5ª semana de idade das aves

| <b>Tratamentos</b> | <b>Descrição</b>  | <b>Temperatura<br/>4ª semana</b> | <b>Temperatura<br/>5ª semana</b> |
|--------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>T1</b>          | Conforto térmico + Conforto térmico (CT-CT)               | 26 °C                            | 26 °C                            |
| <b>T2</b>          | Conforto térmico + Calor moderado (CT-CM)                 | 30 °C                            | 30 °C                            |
| <b>T3</b>          | Conforto térmico + Calor severo (CT-CS)                   | 33 °C                            | 33 °C                            |
| <b>T4</b>          | Estresse por frio moderado+ Conforto térmico (FM-CT)      | 26 °C                            | 26 °C                            |
| <b>T5</b>          | Estresse por frio moderado + Calor moderado (FM-CM)       | 30 °C                            | 30 °C                            |
| <b>T6</b>          | Estresse por frio moderado + Calor severo (FM-CS)         | 33 °C                            | 33 °C                            |
| <b>T7</b>          | Estresse por frio severo + Conforto térmico (FS-CT)       | 26 °C                            | 26 °C                            |
| <b>T8</b>          | Estresse por frio severo + Calor Moderado (FS-CM)         | 30 °C                            | 30 °C                            |
| <b>T9</b>          | Estresse por frio severo + Calor Severo (FS-CS)           | 33 °C                            | 33 °C                            |
| <b>T10</b>         | Estresse por calor moderado + Conforto térmico (CM-CT)    | 26 °C                            | 26 °C                            |
| <b>T11</b>         | Estresse por calor moderado + Calor moderado (CM-CM)      | 30 °C                            | 30 °C                            |
| <b>T12</b>         | Estresse por calor moderado + Calor severo (CM-CS)        | 33 °C                            | 33 °C                            |
| <b>T13</b>         | Estresse por calor severo + Conforto térmico (CS-CT)      | 26°C                             | 26 °C                            |
| <b>T14</b>         | Estresse por calor severo + Calor moderado (CS-CM)        | 30 °C                            | 30 °C                            |
| <b>T15</b>         | Estresse por calor severo + Calor+ Calor Severo (CS + CS) | 33 °C                            | 33 °C                            |

A umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas, para todos os tratamentos foi mantida em torno de 60%, umidade esta considerada adequada ao ambiente de criação das aves, segundo Tinôco, (2003). O controle de umidade se deu por meio do sistema automatizado dos umidificadores presentes nas câmaras climáticas.

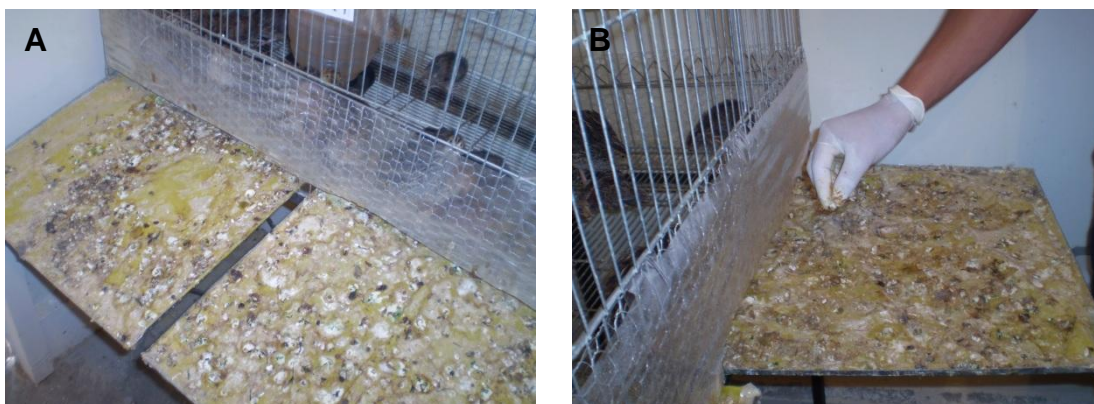
### **3.5. Manejo das aves**

Mesmo tipo de ração e água foram fornecidos à vontade, sendo renovados duas vezes ao dia, nos horários de 8:00 e 16:00 horas, durante todo o período experimental de maneira a manter os bebedouros e comedouros, respectivamente, sempre com água e ração disponível. Foram fornecidos dois tipos de ração comercial durante o ciclo de produção, para aves de 01 a 21 dias de idade e para aves de 22 a 35 dias de idade. A composição das rações, em cada fase, está relacionada no Anexo 01. O programa de luz adotado foi o de 23 horas de luz e 1 hora de escuro conforme citação de Abreu et al. (2001). O período de escuro foi fornecido às aves diariamente às 14 horas.

A ventilação mínima ou higiênica no interior das câmaras climáticas foi feita com o uso de exaustores axiais, de maneira a permitir quatro renovações de ar por hora durante todo período de vida das aves.

### 3.6. Coleta das amostras de excretas

As amostras de dejetos de codornas foram coletadas nas bandejas de depósito de resíduos das gaiolas (Figura 2). Foi realizada a limpeza diária de todas as bandejas de tal forma que as amostras de excreta recolhidas em dia específico, fossem realmente representativas de apenas um dia, para que, assim, fossem minimizadas as alterações bioquímicas e de umidade dos componentes excretados.



**Figura 3.** (A) Vista das bandejas de depósito de resíduos da gaiola, (B) Coleta de amostras de excretas.

As amostras foram coletadas três vezes por semana e com mesma periodicidade durante todo o ciclo de vida das aves, de tal forma a representarem, cada três coletas, uma semana específica de vida das codornas. Para a obtenção das amostras compostas, foram recolhidas seis amostras simples por tratamento na primeira fase (1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> semana de vida das aves) e duas amostras simples na segunda fase (4<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> semana de vida das

aves). Foi feita durante a coleta das amostras a retirada de todo material contaminante como, por exemplo, penas e ração.

Após a coleta, todas as amostras simples de cada tratamento foram homogeneizadas, formando assim uma amostra composta para cada tratamento, estas foram acondicionadas em sacos de polietileno de 20 cm de largura x 30 cm de comprimento e identificadas. Após a coleta as amostras de excretas foram levadas imediatamente para análise em laboratório (Figura 4) onde foi retirada de cada amostra composta, três sub amostras utilizadas para a análise.



**Figura 4.** Amostras compostas acondicionadas em sacos de polietileno e identificadas.

### **3.7. Análise das amostras**

A caracterização das amostras de excretas, por tratamento, foi realizada com base nos resultados das seguintes análises: teor de umidade, pH, carbono orgânico, nitrogênio total, fósforo total, sódio total e potássio total. Todas as

análises foram realizadas no laboratório de Matéria Orgânica do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

### **3.7.1. Determinação do pH das amostras**

Os valores de pH de cada um dos tratamentos foram aferidos determinados metodologia descrita por Camargo & Valadares (1980), para o qual foram utilizadas amostras de 20g de excretas de codorna dissolvidas em água destilada em uma proporção de 1:4 (amostra de excreta: água). A mistura permaneceu em repouso por uma hora e, logo após, foi realizada a leitura utilizando um potenciômetro de bancada, do fabricante Quimis, modelo Q 400 A, aparelho digital de precisão.

### **3.7.2. Determinação da umidade das amostras**

Para a quantificação do conteúdo de água presente nas amostras de excretas de codornas foi utilizada a metodologia recomendada por Kiehl (1985). Foram utilizados, para essa análise, cadinhos de porcelana com capacidade para 50 mL, estufa de secagem ajustada para temperatura de 65°C, estufa de secagem ajustada para temperatura de 105°C, balança eletrônica com precisão de 0,01g e dessecadores.

Os cadinhos inicialmente passaram por um processo de secagem no qual permaneceram por 30 minutos em mufla a 550°C e em seguida foram

colocados em dessecadores para posterior resfriamento e determinação de peso. Após a pesagem dos mesmos, foi realizada a preparação das amostras de excreta para secagem, na qual se colocou 20 g de cada amostra do material em cadinhos devidamente identificados, que posteriormente foram levados para a secagem em estufa sob temperatura entre 60 e 65°C, por um período de 24 horas. Em seguida as amostras foram retiradas, colocadas em dessecador para resfriar e depois pesadas, posteriormente, essas amostras foram levadas, à estufa a 105°C por 1 hora e depois de retiradas, foram colocadas em dessecador para resfriar para posterior pesagem. Esse procedimento de levar a estufa a 105°C por 1 hora e depois pesar foi executado até que a diferença dos valores encontrados fosse inferior a 1%.

Com esses resultados foram determinados o conteúdo de água em base úmida (equação 1) e o conteúdo de água em base seca (equação 2), através das seguintes equações:

$$U_{(b.u)} = \frac{(M_u - M_s)}{M_u - M_r} \times 100 \quad (1)$$

$$U_{(b.s)} = \frac{(M_u - M_s)}{M_s - M_r} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

U (b.s.) – Conteúdo de água em base seca.

U (b.u.) – Conteúdo de água base úmida (dag kg<sup>-1</sup>);

Mu – Massa do material úmido + Mr (g);

Ms – Massa da amostra seca a 103 – 105°C + Mr (g);

Mr – Massa do recipiente (g).

### **3.7.3. Determinação do teor de Carbono Orgânico**

As concentrações de carbono orgânico total foram determinadas de acordo com metodologia proposta por YEOMANS & BREMNER (1988), na qual é indicada a utilização de dicromato de potássio em meio ácido aliado a uma fonte de calor externa para oxidar todo o carbono. A dosagem foi feita por meio da titulação do dicromato ( $\text{Cr}^{6+}$ ) remanescente da oxidação.

### **3.7.4. Determinação do teor de Nitrogênio**

Os teores de nitrogênio foram determinados pelo método Kjeldahl, com adição de ácido salicílico (APHA, 2005), digestão sulfúrica, destilação em meio alcalino e posterior titulação.

### **3.7.5. Determinação do teor de Na, K, P**

O sódio total (Na), potássio total (K) e fósforo total (P) foram quantificados seguindo-se a metodologia descrita em APHA (2005). Foi feita a digestão nítrico – perclórica das amostras, com posterior determinação dos

valores em fotômetro de chama do fabricante Analyser, modelo 900,(sódio e potássio), e espectrofotômetro digital do fabricante Coleman, modelo 33 – D para o fósforo.

### **3.8. Análise estatística**

Na primeira fase do experimento os tratamentos foram distribuídos seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com as repetições no tempo. Cada tratamento foi composto por uma unidade experimental constituída de cento e oitenta animais distribuídos em seis gaiolas nas três primeiras semanas. Todas as características avaliadas nos tratamentos da primeira fase do experimento foram analisadas por meio de análise de variância.

Na segunda fase do experimento, considerou-se que os quinze tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, sendo que nesta fase, cada tratamento foi representado por dois módulos de gaiola, sendo a unidade experimental constituída de vinte animais distribuídos em duas gaiolas, na quarta e quinta semanas.

Foi realizado Teste de Dunnet 5% de significância, para comparar as médias das características analisadas do tratamento controle, considerado o conforto preconizado, com as demais situações do ambiente térmico, nas duas fases do trabalho (crescimento inicial e crescimento final das codornas de corte).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização dos elementos químicos (nitrogênio, fósforo, sódio e potássio) e da umidade, dos dejetos de codornas de corte durante suas três primeiras semanas de vida (1° fase do experimento).

Nas Tabelas 4, 5 e 6 estão apresentados os resumos das análises de variância dos valores da quantificação dos elementos químicos Nitrogênio Total (N), Fósforo Total (P), Sódio Total (Na), Potássio Total (K) e Umidade em base úmida (U), analisados nas excretas de codornas de corte, respectivamente para a primeira, segunda e terceira semanas de vida das aves, para os cinco tratamentos aos quais estas foram submetidas: estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas em função dos cinco tratamentos e durante a primeira semana de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados Médios      |                       |                         |                         |           |
|-------------|----|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
|             |    | N(dag/kg)             | P(dag/kg)             | Na(dag/kg)              | K(dag/kg)               | U(dag/kg) |
| Tratamentos | 4  | 0,13                  | $0,25 \times 10^{-1}$ | $0,18 \times 10^{-3**}$ | $0,35 \times 10^{-1**}$ | 2,40      |
| Resíduo     | 10 | $0,52 \times 10^{-1}$ | $0,81 \times 10^{-2}$ | $0,34 \times 10^{-4}$   | $0,91 \times 10^{-2}$   | 1,48      |
| CV(%)       |    | 4,07                  | 12,85                 | 2,45                    | 4,185                   | 2,014     |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Foi possível observar, com base na Tabela 4, efeito significativo dos diferentes tratamentos (estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo) a 5% de probabilidade, sobre as concentrações médias de Sódio Total (Na) e Potássio Total (K) nas excretas durante a primeira semana de vida dos animais. Contudo não houve diferença significativa entre os valores de Umidade, Nitrogênio Total e Fósforo Total das excretas.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas em função dos cinco tratamentos e durante a segunda semana de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios |                       |                       |                       |           |
|-------------|----|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
|             |    | N(dag/kg)        | P(dag/kg)             | Na(dag/kg)            | K(dag/kg)             | U(dag/kg) |
| Tratamentos | 4  | 0,45             | $0,51 \times 10^{-1}$ | $0,25 \times 10^{-3}$ | $0,62 \times 10^{-1}$ | 53,98*    |
| Resíduo     | 10 | 0,14             | $0,45 \times 10^{-1}$ | $0,50 \times 10^{-3}$ | $0,23 \times 10^{-1}$ | 5,06      |
| CV(%)       |    | 5,58             | 21,55                 | 9,61                  | 5,87                  | 3,34      |

\*Significativo a 5% de probabilidade

Durante a segunda semana de vida dos animais, pode ser observado com base nos resultados apresentados na Tabela 5, o efeito significativo dos diferentes tratamentos (estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo) a 5% de probabilidade sobre a concentração média da Umidade da excreta (U). Não tendo havido, contudo, diferença significativa entre os valores médios de Sódio Total, Potássio Total, Fósforo Total e Nitrogênio Total.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas em função dos cinco tratamentos e durante a terceira semana de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios      |                         |                        |                         |           |
|-------------|----|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|
|             |    | N(dag/kg)             | P(dag/kg)               | Na(dag/kg)             | K (dag/kg)              | U(dag/kg) |
| Tratamentos | 4  | 0,310**               | 0,13x10 <sup>-1**</sup> | 0,32x10 <sup>-3</sup>  | 0,49x10 <sup>-1**</sup> | 31,71     |
| Resíduo     | 10 | 0,70x10 <sup>-1</sup> | 0,28x10 <sup>-2</sup>   | 0,588x10 <sup>-3</sup> | 0,46x10 <sup>-2</sup>   | 17,79     |
| CV(%)       |    | 3,49                  | 6,390                   | 9,46                   | 2,761                   | 5,52      |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Com base na Tabela 6, foi possível observar o efeito significativo dos diferentes tratamentos (estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo) a 5% de probabilidade, sobre os resultados médios de Fósforo Total (P), Potássio Total (K) e Nitrogênio (N) durante a terceira semana de vida dos animais, não tendo ocorrido diferença entre os teores de Umidade relativa e Sódio Total das excretas entre os tratamentos.

Valores médios dos teores de Nitrogênio Total (N) (dag/kg), Fósforo Total (P), Sódio Total (Na), Potássio Total (K) e Umidade em base úmida (U) para cada um dos diferentes tratamentos (T1 - Estresse por Frio Severo (FS), T2 - Estresse por Frio Moderado (FM), T3 - Conforto Térmico Preconizado (CT), T4 - Estresse por Calor Moderado (CM), T5 - Estresse por Calor Severo (CS)), foram avaliados pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância, e estão apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9, respectivamente primeira, segunda e terceira semana de vida das codornas.

O teste de Dunnett é utilizado para comparações múltiplas onde apenas um tratamento serve de referência. Neste trabalho, empregou-se o teste de Dunnett a fim de comparar os tratamentos com diferentes níveis de estresse por frio e calor com a testemunha (conforto térmico preconizado).

**Tabela 7.** Valores médios dos teores de N, P, K e U nas excretas, para os tratamentos FS, FM, CT, CM e CS durante a primeira semana de vida das aves e comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).

| Tratamento  | Variáveis   |             |             |             |              |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|   | N(dag/kg)   | P(dag/kg)   | Na(dag/kg)  | K(dag/kg)   | U(dag/kg)    |
| Frio acentuado<br>(T=30°C)  | 5,44        | 0,77        | 0,24        | 2,16        | 60,49        |
| Frio moderado<br>(T= 33°C)  | 5,90        | 0,72        | 0,25        | 2,21        | 61,62        |
| <b>Conforto<br/>Térmico<br/>preconizado<br/>(T=36°C) -<br/>Testemunha</b> | <b>5,39</b> | <b>0,65</b> | <b>0,24</b> | <b>2,35</b> | <b>60,74</b> |
| Calor moderado<br>(T=39°C)  | 5,56        | 0,57        | 0,23        | 2,26        | 59,17        |
| Calor acentuado<br>(T=42°C)   | 5,73        | 0,80        | 0,25        | 2,43        | 60,11        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste Dunnett, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 8.** Valores médios dos teores de N, P, K e U nas excretas, para os tratamentos FS, FM, CT, CM e CS durante a segunda semana de vida das aves e comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).

| Tratamento  | Variáveis   |             |             |             |              |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|   | N(dag/kg)   | P(dag/kg)   | Na(dag/kg)  | K(dag/kg)   | U(dag/kg)    |
| Frio acentuado (T=27°C)                                   | 6,64        | 0,82        | 0,24        | 2,46        | 69,40        |
| Frio moderado (T= 30°C)                                   | 7,38        | 1,08        | 0,23        | 2,55        | 71,96*       |
| <b>Conforto Térmico preconizado (T=33°C) - Testemunha</b> | <b>6,70</b> | <b>0,90</b> | <b>0,24</b> | <b>2,47</b> | <b>65,59</b> |
| Calor moderado (T=36°C)                                   | 6,45        | 0,98        | 0,22        | 2,79        | 60,91*       |
| Calor acentuado (T=39°C)                                  | 6,41        | 1,14        | 0,24        | 2,68        | 68,76        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

**Tabela 9.** Valores médios dos teores de N, P, K e U nas excretas, para os tratamentos FS, FM, CT, CM e CS durante a terceira semana de vida das aves e comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).

| Tratamento  | Variáveis   |             |             |             |              |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|   | N(dag/kg)   | P(dag/kg)   | Na(dag/kg)  | K(dag/kg)   | U(dag/kg)    |
| Frio acentuado (T=24°C)                                   | 7,87*       | 0,87        | 0,25        | 2,43        | 72,02        |
| Frio moderado (T= 27°C)                                   | 7,96*       | 0,87        | 0,25        | 2,42        | 75,24        |
| <b>Conforto Térmico preconizado (T=30°C) - Testemunha</b> | <b>7,19</b> | <b>0,08</b> | <b>0,26</b> | <b>2,30</b> | <b>75,65</b> |
| Calor moderado (T=33°C)                                   | 7,40        | 0,73        | 0,24        | 2,59*       | 78,47        |
| Calor acentuado (T=36°C)                                  | 7,65        | 0,88        | 0,27        | 2,61*       | 80,51        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

#### 4.1.1. Teor de Nitrogênio Total

Observa-se pelo teste de Dunnet que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores encontrados nas excretas das aves submetidas ao estresse por frio severo e moderado e ao estresse por calor severo e moderado comparado as excretas das aves submetidas ao conforto térmico, no que se refere à concentração de nitrogênio total durante a primeira e segunda semana de vida destas. Tal constatação desqualifica a variação deste parâmetro como indicativo de estresse das aves por calor ou frio.

Este fato não se repete na terceira semana de vida das codornas. Na Tabela 9, pelo teste de Dunnett, observa-se que houve efeito significativo da temperatura ambiente na concentração de nitrogênio nas excretas das aves submetidas a estresse moderado (FM) e estresse severo por frio (FS), quando comparados ao tratamento controle, relativo à temperatura de conforto térmico preconizado. Foi observado um aumento de aproximadamente 10,86% e 9,45% no teor de nitrogênio nas excretas das aves mantidas em frio moderado (27°C) e frio severo (24°C) respectivamente, em relação às aves mantidas no conforto térmico (30°C). Esta diferença pode estar relacionada ao fato dos animais submetidos a baixas temperaturas durante sua fase inicial, poder apresentar má formação do sistema digestivo, o que torna a absorção de nutrientes menos eficaz.

No que se refere aos tratamentos de calor moderado e severo, não foi encontrada diferença significativa em relação ao tratamento controle. Este resultado não era o esperado, uma vez que, segundo Geraert (1996), altas temperaturas influenciam na redução da retenção de proteína pelas aves. Desta forma, pode-se notar que as excretas provenientes das aves submetidas a estresse moderado e severo por frio apresentam maior poder poluidor, no que se refere ao nitrogênio, comparativamente aos demais tratamentos, podendo acarretar problemas ambientais principalmente no que diz respeito à sua liberação no ambiente, na forma de amônia e nitratos.

Segundo Albino e Barreto (2003), o teor médio de nitrogênio das excretas de codorna é 4,44 dag/Kg, valor inferior ao encontrado no presente trabalho. Esta diferença pode estar relacionada ao nível de proteína bruta contida na ração das aves, uma vez que, de acordo com Cauwenberghe & Burnham (2001), apenas 45% do nitrogênio consumido pelas aves é retido como proteína animal, apresentando assim relação direta com o teor de nitrogênio presente nas excretas.

Os teores de nitrogênio encontrados na segunda e terceira semana também são superiores ao encontrado nas excretas de frango de corte; Dávalos et al. (2002), em estudos de caracterização de excretas de frangos de corte encontraram o teor de nitrogênio de 5,6 dag/kg. Valor semelhante foi encontrado por Nicholson et al. (1996), 6,0 dag/kg, o que reafirma o grande poder poluidor dos dejetos de codornas de corte.

Uma forma de reduzir o valor de nitrogênio excretado é a utilização de aminoácidos o qual causa diminuição no teor de proteína bruta das rações para aves, sem alterar o desempenho dessas. Isso é possível por meio da formulação de rações que seguem o conceito de proteína ideal.

#### **4.1.2. Teor de Fósforo Total**

O teor de Fósforo Total presente nas excretas das codornas de corte mantidas em estresse por frio moderado (FM) e severo (FS) e por calor moderado (CM) e severo (CS) não diferiu estatisticamente do teor presente naquelas produzidas em situação de conforto térmico preconizado (CT), durante as três primeiras semanas de vida das aves.

O teor de fósforo mensurado nas excretas estudadas foi inferior aos encontrados por Albino e Barreto (2003), 4,37 dag/kg. As excretas de frango de corte, por exemplo, possuem a concentração média de fósforo em torno de 1,8 dag/kg (NICHOLSON et al., 1996). Teor de fósforo também superior ao encontrado neste trabalho foi relatado por Gomes et al. (2010) em análise de excretas de poedeiras, 1,32 dag/kg.

Quando aplicado no solo é necessário que se atente para a capacidade máxima de adsorção de fósforo pelas partículas do solo, que se tornando saturado, resulta na lixiviação do mesmo para o lençol freático. Uma das principais causas de eutrofização de rios, lagos e reservatórios é a alta concentração de P (CORRELL,1999). A redução na excreção de P por aves

traz benefícios relacionados ao meio ambiente. Para as codornas de corte, assim como no caso dos frangos de corte, uma alimentação por fases, com dietas que atinjam com mais acurácia as exigências nutricionais da ave, pode reduzir a excreção de fósforo entre 10 e até 30% (MAGUIRE et al., 2005).

Várias pesquisas têm sido realizadas com a adição de enzima exógena (fitase) em ração de aves, a qual atua na catálise do ácido fítico, liberando o fósforo e outros nutrientes, tornando-os disponíveis ao metabolismo celular e, com isso, reduzindo o impacto ambiental provocado pela excreção deste nutriente (SILVA, 2004).

#### **4.1.3. Teor de Sódio Total e Potássio Total**

Conforme apresentado nas Tabelas 7 e 8, observa-se que o teor de Sódio e Potássio total nas excretas de codornas de corte em estresse por frio moderado (FM) e severo (FS) e por calor moderado (CM) e severo (CS) não apresentou diferença significativa comparado ao teor de Sódio e Potássio total presente nas excretas das aves em conforto térmico preconizado (CT), durante as duas primeiras semanas de vida das aves.

Durante a terceira semana o teor de sódio não apresentou variações estatisticamente significativas comparando-se as excretas das aves submetidas ao conforto térmico com as excretas das aves dos demais tratamentos. No que se refere ao potássio durante a terceira semana de vida das codornas de corte pode-se verificar na Tabela 9, que houve diferença estatisticamente significativa

entre os valores de teor Potássio encontrados nas excretas das aves submetidas aos tratamentos de calor moderado (CM) e severo (CS) quando comparado às excretas das aves submetidas ao conforto térmico. Este fato não ocorreu nas excretas das aves submetidas aos tratamentos de frio moderado (FM) e severo (FS) cujos teores não apresentaram diferença significativa com a testemunha. Pode-se notar que as aves submetidas aos tratamentos de estresse por frio moderado (FM) e severo (FS) geraram excretas com valores dos teores de potássio inferiores aos encontrados nas excretas das aves submetidas aos tratamentos de estresse por calor moderado (CM) e severo (CS) durante as três primeiras semanas. Durante as segunda e terceira semana esse valor também se mostrou superior ao encontrado nas excretas das aves submetidas ao conforto térmico. Esta variação pode ser explicada pelo aumento na taxa respiratória das aves, como resposta fisiológica à situações de estresse por calor, o que resulta em perdas excessivas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), conduzindo à alteração do equilíbrio ácido-base, denominada de alcalose respiratória. Segundo Borges et al. (1999) a alcalose respiratória aumenta a perda de  $\text{K}^+$  pelas excretas.

De acordo com as proposições de DEETZ e RINGROSE (1976) e DEYHIM et al. (1990), aves termo estressadas excretam mais  $\text{K}^+$  que as criadas em ambiente termo-neutro, o que acarreta a diminuição nos níveis séricos de  $\text{K}^+$ . Borges et al.(1999) chegaram a conclusões semelhantes, ao analisarem frangos de corte submetidas ao estresse calórico. Verificaram a

redução dos níveis séricos de  $K^+$  e  $Na^+$  e relacionaram esse fato ao balanço negativo destes minerais com o aumento na excreção urinária.

Outras pesquisas semelhantes mostraram que em frangos estressados pelo calor a concentração de  $Na^+$  e  $K^+$  reduziu significativamente enquanto que o  $Cl^-$  aumentou, (BELAY & TEETER, 1993).

A inclusão de aditivos, como o bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ), é uma forma de se amenizar o estresse calórico. A suplementação de 0,63% de  $NaHCO_3$  na água de bebida de frangos de corte em terminação, submetidos a estresse calórico, resultou em um aumento de 20% no consumo de água e em redução na mortalidade. (BRANTON et al., 1986).

#### **4.1.4. Teor de Umidade**

Pelo teste de Dunnett foi observado que o teor de umidade das excretas de codornas coletadas na primeira semana de vida das aves, não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado àquele das excretas do tratamento conforto térmico preconizado (CT) e os demais tratamentos; estresse por frio moderado (FM) e severo (FS) e por calor moderado (CM) e severo (CS).

Este fato não era esperado, uma vez que as aves submetidas a situações de estresse por calor normalmente consomem mais água. Oliveira Neto (2000) observou o consumo de água 37% superior por aves mantidas em altas temperaturas, quando comparado às mantidas no ambiente termoneutro,

o que resultaria em um maior teor de umidade nas excretas. Porém, como as coletas foram relativas à excretas produzidas no período de 24 horas, pôde-se constatar que nas câmaras que apresentaram maior temperatura houve maior perda da umidade das excretas para o ar ambiente. Ademais, este processo de perda de umidade foi realçado pelo ainda pequeno volume inicial das excretas na primeira e segunda semana. Outro fato a ser considerado é que o valor de Umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas foi mantido entre 55 e 60%.

Já na segunda semana pode-se observar, pelo teste de Dunnett,(Tabela 8), que houve variação estatisticamente significativa no teor de umidade das excretas dos animais submetidos ao estresse por frio moderado (FM) e estresse por calor moderado (CM) quando comparados ao teor de umidade das excretas dos animais submetidos ao conforto térmico. O teor de umidade obtido nas excretas das aves submetidas ao estresse por frio moderado apresentou valor superior ao encontrado nas excretas das aves em conforto térmico. No caso das excretas das aves em estresse por calor moderado esse valor foi menor. Ambos os resultados não eram esperados, uma vez que o consumo de água pelas aves tende a se reduzir quando estas estão expostas às temperaturas abaixo de sua zona de conforto térmico, na tentativa de reduzir a troca térmica ou a perda de calor do núcleo central para o meio externo. Inversamente, as aves submetidas a temperaturas mais elevadas tendem a ingerir maior quantidade de água e, conseqüentemente, a gerar excretas com maior teor de umidade. Os resultados encontrados podem ser explicados pela

permanência das excretas por um período menor ou igual a 24 horas em contato com o ambiente da câmara climática, que pode ter influenciado a maior perda de umidade pelas excretas bem como a mudança da temperatura da água de consumo dos animais, o que influenciaria o consumo de água por estes.

Na terceira semana de vida das codornas, com base na Tabela 9 pode-se observar, que os teores de umidade das excretas de codornas de corte em estresse por frio moderado (FM) e severo (FS) e por calor moderado (CM) e severo (CS) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando comparados ao teor de umidade presente nas excretas das aves em conforto térmico preconizado (CT).

As excretas em aves em estresse por calor moderado (CM) e por calor severo (CS) embora não tenham apresentado diferença estatística significativa entre si no que diz respeito aos valores médios de umidade relativa, em valores absolutos apresentaram médias superiores àquelas encontradas na condição de conforto térmico preconizado. Isto se explica pelo maior consumo de água pelas aves em ambientes com temperaturas mais elevadas, quando comparado ao consumo em ambientes com conforto térmico. Nesta semana, as excretas presentes nas câmaras com temperaturas mais elevadas não sofreram grandes alterações em sua umidade devido ao maior volume de excretas. Vigoderis (2006), também observou o aumento no consumo de água diretamente proporcional ao aumento da temperatura do ambiente. Como consequência deste aumento no consumo de água, há uma maior excreção de água,

proporcionando excretas mais úmidas. (MAY et al., 1987). Para Murakami et al. (2003) esse aumento na umidade das excretas pode representar um grande problema, uma vez que essa situação contribui para o desenvolvimento e proliferação de moscas nas instalações e áreas próximas à granja.

**4.2. Caracterização dos elementos químicos (nitrogênio, fósforo, sódio e potássio) e da umidade dos dejetos de codornas de corte coletados durante o 22° ao 35° dia de idade das aves (2° Fase do experimento).**

O resumo da análise de variância para a quantificação dos elementos químicos N, P, Na, K e umidade, analisados nas excretas de codornas de corte durante a quarta e quinta semana de vida das aves para os quinze tratamentos (CT-CT, FS-CS, FM-CS, FM-CS, CT-CS, CM-CS, CS-CS, FS-CM, FM-CM, FM-CM, CT-CM, CM-CM, CS-CM, FS-CT, FM-CT, FM-CT, CT-CS, CM-CT, CS-CT) está apresentado na Tabela 10.

**Tabela 10.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas durante a quarta e quinta semanas de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios |           |            |           |           |
|-------------|----|------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
|             |    | N(dag/kg)        | P(dag/kg) | Na(dag/kg) | K(dag/kg) | U(dag/kg) |
| Tratamentos | 14 | 0,23             | 0,007     | 0,004      | 0,12      | 26,14*    |
| Resíduo     | 75 | 0,12             | 0,015     | 0,039      | 0,12      | 7,00      |
| CV(%)       |    | 0,4              | 0,43      | 0,28       | 1,17      | 2,51      |

\*Significativo a 5% de probabilidade

Pela Tabela 10 pode-se observar efeito significativo a 5% de probabilidade dos diferentes tratamentos; Conforto Térmico Preconizado – CT, Estresse por Calor Severo – CS e Estresse por Calor Moderado – CM, em aves provenientes das cinco diferentes situações iniciais, sobre os resultados finais de umidade das excretas coletadas durante a segunda fase de vida dos animais, ou seja, no período compreendido entre 22 aos 35 dias de idade. Entretanto não foi observado efeito significativo dos tratamentos nos teores de Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sódio Total e Potássio Total.

Assim como na primeira fase, os valores médios dos teores de Nitrogênio Total (N), Fósforo Total (P), Sódio Total (Na), Potássio Total (K) e Umidade em base úmida (U), para cada um dos diferentes tratamentos, durante as duas ultimas semanas de vida das aves, foram avaliados pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância, e estão apresentados nas tabelas 11, 12 e 13.

**Tabela 11.** Teores de N, P, Na, K e U das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Severo durante segunda fase do experimento, em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida.

| Tratamento   | Variáveis   |             |             |             |              |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|              | N(dag/kg)   | P(dag/kg)   | Na(dag/kg)  | K(dag/kg)   | U(dag/kg)    |
| <b>CT-CT</b> | <b>9,03</b> | <b>0,96</b> | <b>0,36</b> | <b>2,54</b> | <b>72,82</b> |
| FS-CS        | 7,99        | 0,89        | 0,36        | 2,97        | 79,30*       |
| FM-CS        | 8,82        | 0,91        | 0,40        | 3,30        | 82,65*       |
| CT-CS        | 8,48        | 1,00        | 0,38        | 2,92        | 81,60*       |
| CM-CS        | 8,29        | 0,94        | 0,36        | 2,95        | 82,44*       |
| CS-CS        | 8,56        | 0,96        | 0,452       | 2,95        | 79,56*       |

As médias seguidas por \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 12.** Teores de N, P, Na, K e U das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Moderado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT- CT) durante todo seu ciclo de vida.

| Tratamento   | Variáveis   |             |             |             |              |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|              | N(dag/kg)   | P(dag/kg)   | Na(dag/kg)  | K(dag/kg)   | U(dag/kg)    |
| <b>CT-CT</b> | <b>9,03</b> | <b>0,96</b> | <b>0,36</b> | <b>2,54</b> | <b>72,82</b> |
| FS-CM        | 8,73        | 0,92        | 0,40        | 3,10        | 77,49        |
| FM-CM        | 9,02        | 0,93        | 0,38        | 3,20        | 79,67*       |
| CT-CM        | 8,86        | 0,85        | 0,38        | 2,65        | 75,41        |
| CM-CM        | 8,43        | 0,94        | 0,36        | 2,92        | 78,77        |
| CS-CM        | 8,71        | 1,04        | 0,40        | 2,65        | 79,48*       |

As médias seguidas por \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 13.** Teores de N, P, Na, K e U das excretas das codornas mantidas em Conforto Térmico Preconizado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida

| Tratamento                             | Variáveis   |             |             |             |              |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|  | N(dag/kg)   | P(dag/kg)   | Na(dag/kg)  | K(dag/kg)   | U(dag/kg)    |
| <b>CT<sub>1</sub> – CT<sub>2</sub></b> | <b>9,03</b> | <b>0,96</b> | <b>0,36</b> | <b>2,54</b> | <b>72,82</b> |
| FS <sub>1</sub> – CT <sub>2</sub>      | 8,65        | 1,00        | 0,47        | 2,86        | 75,66        |
| FM <sub>1</sub> – CT <sub>2</sub>      | 8,75        | 0,88        | 0,39        | 2,88        | 74,90        |
| CM <sub>1</sub> – CT <sub>2</sub>      | 8,67        | 0,93        | 0,33        | 2,90        | 75,23        |
| CS <sub>1</sub> – CT <sub>2</sub>      | 8,91        | 0,98        | 0,34        | 2,93        | 76,73        |

As médias seguidas por \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

#### 4.2.1. Nitrogênio

Pelo Teste de Dunnett, não foi observada influência significativa, entre os diferentes tratamentos aplicados as aves, sobre o teor de Nitrogênio das excretas das mesmas. Em valores absolutos, contudo, o teor de nitrogênio contido nas excretas das aves submetidas à situação de Calor Severo foi

inferior àqueles obtidos nos demais tratamentos, o que pode ser explicado pelo fato das aves diminuírem a ingestão de nitrogênio com o aumento da temperatura ambiente em função da redução no consumo de ração (FARIA FILHO et al., 2006). Da mesma forma, aves submetidas ao calor severo apresentam piora do balanço de nitrogênio em função da menor eficiência de retenção deste mineral, como encontrado por Faria Filho et al. (2007).

#### **4.2.2. Fósforo Total**

Não foi observada influência significativa, pelo teste de Dunnet, entre os diferentes tratamentos aplicados às codornas de corte, comparado ao tratamento de conforto térmico, no que se refere ao teor de fósforo nas excretas das aves. Este fato não era esperado, já que as exigências de minerais são afetadas diretamente em aves submetidas ao estresse calórico (RABELLO et al., 2008).

#### **4.2.3. Sódio e Potássio Total**

Com base nos dados das Tabelas 11, 12 e 13, observa-se, pelo teste de Dunnett, que não houve diferença significativa entre os teores de Sódio Total e Potássio Total contidos nas excretas das codornas mantidas em diferentes temperaturas na Fase 1 e sob conforto térmico, calor severo e moderado durante a fase 2 e o Tratamento Testemunha (CT-CT). Porém, pode ser

observado que os teores encontrados nas excretas dos animais submetidos a estresse por calor severo e moderado apresentam valores maiores de Potássio Total e Sódio Total. Isto se explica pela variação destes eletrólitos no organismo da ave de acordo com a temperatura do ar ambiente (DEYHIM et al.,1990).

#### **4.2.4. Umidade**

Através do teste de Dunnett pode-se observar que houve influência estatisticamente significativa no que se refere ao teor de umidade contido nas excretas das aves mantidas nos cinco diferentes níveis de temperaturas até os 21 dias de idade e submetidas posteriormente a calor acentuado dos 22 aos 35 dias de vida, comparativamente ao teor de umidade das aves mantidas em conforto térmico por todo o período experimental. Este resultado era esperado uma vez que as aves mantidas em situações de estresse consomem maior volume de água, como forma de manter sua temperatura dentro dos limites vitais. Segundo Bonnet et al. (1997), o consumo de água por aves estressadas por calor pode dobrar em relação às aves mantidas em temperaturas amenas.

No que se refere às aves submetidas às temperaturas de conforto térmico e estresse por calor moderado na segunda fase do experimento, não foram observadas variações estatisticamente significativas quando comparado o teor de umidade das excretas das aves nestes tratamentos com aqueles

obtidos das excretas das aves submetidas a temperaturas de conforto nas duas fases do experimento.

#### 4.3. Relação Carbono/Nitrogênio das excretas de codorna, obtidos nas duas fases experimentais

##### 4.3.1. Relação carbono/ nitrogênio das excretas de codorna durante a 1° fase do experimento (1° ao 21° dia)

Nas Tabelas 14, 15 e 16 encontram-se apresentados os resumos das análises de variância para os valores da quantificação do Nitrogênio Total (N), Carbono Orgânico Total(C) e relação C/N analisados nas excretas de codornas de corte, durante as três primeiras semanas de vida das aves e para os cinco tratamentos aos quais estas foram submetidas: estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo.

**Tabela 14.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas para a média dos cinco tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante a primeira semana de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios      |           |                         |
|-------------|----|-----------------------|-----------|-------------------------|
|             |    | N(dag/kg)             | C(dag/kg) | C/N                     |
| Tratamentos | 4  | 0,133                 | 2,4272    | 0,220930                |
| Resíduo     | 10 | 0,52x10 <sup>-1</sup> | 0,9274    | 0,7288x10 <sup>-1</sup> |
| CV(%)       |    | 4,07                  | 2,243     | 3,531                   |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Durante a primeira semana de vida dos animais, pode ser observado com base na Tabela 8, que não houve o efeito significativo dos diferentes tratamentos (estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo) a 5% de probabilidade sobre o resultado médio do teor de carbono orgânico e a Relação Carbono/Nitrogênio nas amostras de excretas de codornas de corte.

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, para as características analisadas nas excretas para a média dos cinco tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante a segunda semana de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios |           |           |
|-------------|----|------------------|-----------|-----------|
|             |    | N(dag/kg)        | C(dag/kg) | C/N       |
| Tratamentos | 4  | 0,4566           | 0,6239308 | 0,5100377 |
| Resíduo     | 10 | 0,1403           | 0,3037892 | 0,1522255 |
| CV(%)       |    | 5,58             | 1,122     | 5,312     |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Com base na Tabela 15, foi possível observar que não houve o efeito significativo dos diferentes tratamentos (estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo) a 5% de probabilidade, sobre os resultados médios do teor de carbono orgânico e a Relação Carbono/Nitrogênio nas amostras de excretas de codorna de corte, durante a segunda semana de vida dos animais.

**Tabela 16.** Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para as características analisadas nas excretas para a média dos cinco tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante terceira semana de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios      |           |                       |
|-------------|----|-----------------------|-----------|-----------------------|
|             |    | N(dag/kg)             | C(dag/kg) | C/N                   |
| Tratamentos | 4  | 0,31**                | 1,73      | 0,22**                |
| Resíduo     | 10 | 0,71x10 <sup>-1</sup> | 0,64      | 0,42x10 <sup>-1</sup> |
| CV(%)       |    | 3,49                  | 2,16      | 4,18                  |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Foi possível observar, com base na Tabela 16, o efeito significativo dos diferentes tratamentos (estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo) a 5% de probabilidade, sobre os resultados médios da relação carbono/ nitrogênio encontrado nas excretas das aves durante a terceira semana de vida das mesmas. Já o teor de carbono orgânico nas amostras de excretas de codorna de corte, durante a terceira semana de vida dos animais não apresentou variação significativa sob efeito dos diferentes tratamentos a 5% de probabilidade.

**Tabela 17.** Valores médios dos teores de N, C e Relação C/N, para os tratamentos FS, FM, CM, CS, durante a primeira semana de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).

| Tratamento  | Variáveis   |              |             |
|---|-------------|--------------|-------------|
|   | N(dag/kg)   | C(dag/kg)    | C/N         |
| Frio acentuado<br>(T=30°C)  | 5,44        | 42,05        | 7,60        |
| Frio moderado<br>(T= 33°C)  | 5,90        | 43,15        | 7,31        |
| <b>Conforto Térmico<br/>preconizado (T=36°C)<br/>- Testemunha</b> | <b>5,40</b> | <b>43,42</b> | <b>8,06</b> |
| Calor moderado<br>(T=39°C)  | 5,56        | 41,98        | 7,56        |
| Calor acentuado<br>(T=42°C)                                       | 5,73        | 44,06        | 7,69        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

**Tabela 18.** Valores médios dos teores de N, C e Relação C/N, para os tratamentos FS, FM, CM, CS, durante a segunda semana de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).

| Tratamento  | Variáveis   |              |             |
|---|-------------|--------------|-------------|
|   | N(dag/kg)   | C(dag/kg)    | C/N         |
| Frio acentuado<br>(T=27°C)  | 6,64        | 49,56        | 7,48        |
| Frio moderado<br>(T= 30°C)  | 7,38        | 48,80        | 6,63        |
| <b>Conforto Térmico<br/>preconizado (T=33°C)<br/>- Testemunha</b> | <b>6,70</b> | <b>49,32</b> | <b>7,37</b> |
| Calor moderado<br>(T=36°C)  | 6,45        | 49,38        | 7,66        |
| Calor acentuado<br>(T=39°C)                                       | 6,41        | 48,46        | 7,59        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

**Tabela 19.** Valores médios dos teores de N, C e Relação C/N, para os tratamentos FS, FM, CM, CS, durante a terceira semana de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).

| Tratamento  | Variáveis   |           |       |
|---|-------------|-----------|-------|
|   | N(dag/kg)   | C(dag/kg) | C/N   |
| Frio acentuado<br>(T=24°C)  | 7,87*       | 36,36     | 4,63* |
| Frio moderado<br>(T= 27°C)  | 7,96*       | 36,27     | 4,55* |
| <b>Conforto Térmico<br/>preconizado (T=30°C)<br/>- Testemunha</b> | <b>7,19</b> | 37,09     | 5,16  |
| Calor moderado<br>(T=33°C)  | 7,40        | 37,57     | 5,08  |
| Calor acentuado<br>(T=36°C)                                       | 7,65        | 38,02     | 4,97  |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

É possível observar, com base nas Tabelas 17,18 e 19, pelo teste de Dunnet que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores encontrados nas excretas das aves submetidas ao estresse por frio severo e moderado e ao estresse por calor severo e moderado comparado as excretas das aves submetidas ao conforto térmico, no que se refere ao teor de carbono orgânico total durante as três primeiras semanas de vida destas.

Em análise da relação carbono/nitrogênio pode-se observar, com base nas tabelas 17 e 18, que não houve diferença estatisticamente significativa entre o valor encontrado nas excretas dos animais submetidos à temperatura de conforto térmico quando comparado aos demais tratamentos durante as duas primeiras semanas. Na terceira semana foi encontrada variação significativa entre os tratamentos das aves submetidas ao estresse por frio

severo e moderado em relação às aves submetidas ao conforto térmico. Para os demais tratamentos não foi constatada variação significativa em relação ao conforto térmico. As variações encontradas na relação carbono/nitrogênio são referentes as mesmas observadas nos teores de nitrogênio nestas amostras.

O teor de carbono orgânico total em excretas de codornas foi analisado por Melo et al. (2008) que encontrou o valor de 22,7 dag/kg, valor este inferior ao encontrado em todos os tratamentos conduzidos neste experimento, durante as três primeiras semanas. Kiehl (1985), em análises de excretas de frango de corte encontrou o teor de carbono orgânico igual a 30 dag/kg.

Valente et al.(2009), ao analisar excretas de codornas para posterior compostagem, encontrou o valor de C/N de 6,94. Valor aproximado (7,0) foi encontrado por Melo et al. (2008). Para excretas de frango de corte Kiehl (1985), encontrou a relação C/N igual a 10. Valor superior ao encontrado no presente trabalho.

#### **4.3.2. Relação carbono/ nitrogênio das excretas de codorna durante a 2° fase do experimento (22° ao 35° dia)**

O resumo da análise de variância para os valores de teor de Nitrogênio Total (N), teor de Carbono Orgânico Total (C) e Relação C/N, nas excretas de codornas de corte durante a quarta e quinta semana de vida das aves para os quinze tratamentos (CT-CT, FS-CS, FM-CS, FM-CS, CT-CS, CM-CS, CS-CS, FS-CM, FM-CM, FM-CM, CT-CM, CM-CM, CS-CM, FS-CT, FM-CT, FM-CT, CT-CS, CM-CT, CS-CT) está apresentado na Tabela 20.

**Tabela 20.** Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para os teores de N, C e Relação C/N para a média dos quinze tratamentos durante a quarta e quinta semanas de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios |      |      |
|-------------|----|------------------|------|------|
|             |    | N                | C    | C/N  |
| Tratamentos | 14 | 0,23             | 8,96 | 0,14 |
| Resíduo     | 75 | 0,12             | 5,50 | 0,12 |
| CV(%)       |    | 0,40             | 4,19 | 0,79 |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Por meio da Tabela 20 pode-se observar que não houve efeito significativo, a 5% de probabilidade, dos 15 diferentes tratamentos sobre os resultados do teor de Carbono Orgânico Total e Relação Carbono/Nitrogênio, obtidos durante a segunda fase do experimento, entre o 22° e 35° dias de vida dos animais.

**Tabela 21.** Teores de C e Relação Carbono/Nitrogênio nas excretas das codornas de corte mantidas em estresse por Calor Severo (CS) durante a segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT) durante todo seu ciclo de vida.

| Tratamento   | Variáveis   |              |             |
|--------------|-------------|--------------|-------------|
|              | N(dag/kg)   | C(dag/kg)    | C/N         |
| <b>CT-CT</b> | <b>9,03</b> | <b>38,34</b> | <b>4,25</b> |
| FS-CS        | 7,99        | 35,82        | 4,48        |
| FM-CS        | 8,82        | 37,57        | 4,26        |
| CT-CS        | 8,48        | 39,21        | 4,63        |
| CM-CS        | 8,29        | 33,99        | 4,10        |
| CS-CS        | 8,56        | 36,46        | 4,28        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 22.** Teores de C e Relação Carbono/Nitrogênio nas excretas das codornas de corte mantidas em estresse por Calor Moderado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT) durante todo seu ciclo de vida.

| Tratamento                           | Variáveis   |              |             |
|--------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
|                                      | N(dag/kg)   | C(dag/kg)    | C/N         |
| <b>CT<sub>1</sub>-CT<sub>2</sub></b> | <b>9,03</b> | <b>38,34</b> | <b>4,25</b> |
| FS <sub>1</sub> -CM <sub>2</sub>     | 8,73        | 36,74        | 4,20        |
| FM <sub>1</sub> -CM <sub>2</sub>     | 9,02        | 37,60        | 4,17        |
| CT <sub>1</sub> -CM <sub>2</sub>     | 8,86        | 36,19        | 4,10        |
| CM <sub>1</sub> -CM <sub>2</sub>     | 8,43        | 39,31        | 4,67        |
| CS <sub>1</sub> -CM <sub>2</sub>     | 8,71        | 37,64        | 4,33        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 23.** Teores de C e Relação Carbono/Nitrogênio nas excretas das codornas de corte mantidas em Conforto Térmico Preconizado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT) durante todo seu ciclo de vida.

| Tratamento                             | Variáveis   |              |             |
|--|-------------|--------------|-------------|
|  | N(dag/kg)   | C(dag/kg)    | C/N         |
| <b>CT<sub>1</sub> - CT<sub>2</sub></b> | <b>9,03</b> | <b>38,34</b> | <b>4,25</b> |
| FS <sub>1</sub> - CT <sub>2</sub>      | 8,65        | 33,50        | 3,87        |
| FM <sub>1</sub> - CT <sub>2</sub>      | 8,75        | 35,84        | 4,10        |
| CM <sub>1</sub> - CT <sub>2</sub>      | 8,69        | 34,67        | 4,02        |
| CS <sub>1</sub> - CT <sub>2</sub>      | 8,91        | 36,91        | 4,16        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância

Pelo teste de Dunnet, pode-se observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os teores de Carbono Orgânico Total e Relação C/N das excretas das aves submetidas ao conforto térmico durante as

duas fases experimentais quando comparado as excretas das aves submetidas aos demais tratamentos.

É preconizado, por diversos pesquisadores, que a relação C/N ideal para iniciar o processo de compostagem rápida e eficiente está entre 25/1 e 35/1, uma vez que, durante a decomposição, os microrganismos absorvem C e N da matéria orgânica na relação 30/1, sendo que das 30 partes de C assimiladas, 20 são eliminadas na atmosfera na forma de gás carbônico e 10 são imobilizadas e incorporadas ao protoplasma celular (Gorgati, 2001; Kiehl, 2004). Um conteúdo apropriado de nitrogênio e carbono favorece o crescimento e a atividade das colônias de microrganismos envolvidos no processo de decomposição possibilitando a produção do composto em menos tempo.

Em todas as amostras analisadas neste trabalho, encontrou-se os valores da relação C/N inferiores a 30/1. Neste caso haverá uma perda de nitrogênio na forma de amoniacal, o que será percebido pelo forte cheiro, até que seja atingida a relação próxima de 30/1 (Kiehl, 2002). Em situações como esta, a recomendação é acrescentar resíduos vegetais celulósicos para elevar a relação C/N a um valor próximo do ideal. Na Tabela 24 estão listadas algumas opções de materiais e suas relações C/N.

**Tabela 24.** Relação carbono/nitrogênio de alguns materiais orgânicos.

| <b>Material</b>                       | <b>Relação<br/>C:N</b> |
|---------------------------------------|------------------------|
| Grãos de Café                         | 20:1                   |
| Espigas de Milho                      | 60:1                   |
| Esterco de Vaca                       | 20:1                   |
| Restos de Fruta                       | 35:1                   |
| Aparas de Grama                       | 20:1                   |
| Esterco de Cavalo com Detritos        | 60:1                   |
| Folhas                                | 60:1                   |
| Jornal                                | 50-200:1               |
| Folhas de Carvalho (Verde)            | 26:1                   |
| Musgo de Turfa                        | 58:1                   |
| Folhas de Pinheiro                    | 60-110:1               |
| Esterco Apodrecido                    | 20:1                   |
| Serragem / Madeira                    | 600:1                  |
| Serragem exposta ao ar por dois meses | 325:1                  |
| Palha                                 | 80-100:1               |
| Restos de Tábua                       | 15:1                   |
| Aparas de Vegetais                    | 12-20:1                |

Fonte: Florida's Online Composting Center, 2011

Em casos de criações de aves em cama, como é comum a utilização de materiais como pó de serra, maravalha ou palha. o produtor não necessita em geral acrescentar material adicional como fonte de carbono (Seiffert, 2000).

#### **4.4. Avaliação do Potencial de emissão de amônia com base nas características das excretas**

De todos os fatores analisados neste trabalho os que possuem maior influência quanto ao potencial de produção e emissão de amônia são a umidade, o teor de nitrogênio e o pH.

##### **4.4.1. Avaliação da emissão da amônia em função da umidade das excretas**

Considerando o teor de umidade como parâmetro para determinar o potencial de emissão de amônia, tem-se que durante a primeira fase, apenas durante a segunda semana de vida das codornas encontrou-se valores de umidade das excretas estatisticamente diferenciados e superiores aos demais tratamentos, no caso das amostras de excretas das aves submetidas ao estresse por frio moderado. Já na segunda fase do experimento nota-se que em todos os tratamentos de calor severo, as excretas geradas apresentaram valores de umidade superiores aos demais, o que leva a uma maior propensão a emissão de amônia. Segundo Miragliota (2001) e Wheeler et al. (2008), o potencial de volatilização da amônia aumenta com o maior conteúdo de umidade da cama, o que é comprovado por Osório et al. (2009), que em experimento com frango de corte, observou que a emissão de amônia atingiu valores máximos quando a umidade da cama estava acima de 50%.

#### **4.4.2. Avaliação do potencial de emissão da amônia em função do teor de Nitrogênio das excretas**

O teor de Nitrogênio está diretamente ligado a quantidade de amônia emitida pelas excretas. No presente trabalho, durante a primeira fase pode-se notar que apenas na terceira semana, com as amostras de excretas de aves submetidas ao estresse por frio severo e moderado, obteve-se teores de nitrogênio superiores e estatisticamente diferentes dos demais tratamentos. O mesmo não se repetiu na segunda fase onde não se obteve diferença estatística entre o teor de nitrogênio dos 15 tratamentos. Segundo Egute et al.(2010), quanto maior a quantidade de ácido úrico presente no meio maior emissão de amônia. Um aumento no nível de proteína na alimentação pode vir a aumentar o nível de nitrogênio nas excretas e, por conseguinte, a taxa de emissão da amônia. Sims e Wolf (2003) reportaram que mais de 50% do nitrogênio da cama de frango pode ser volatilizado na forma de amônia.

#### **4.4.3. Avaliação do potencial de emissão de amônia em função do pH das excretas**

- **1° fase do experimento (01° ao 21° dia)**

Apresentados na Tabela 25 seguem os resumos da análise de variância e coeficientes de variação, dos valores de pH analisados nas excretas de codorna de corte durante as três primeiras semanas de vida das aves e para os

cinco tratamentos aos quais estas foram submetidas: estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo.

**Tabela 25.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, das características analisadas nas excretas de codorna de corte, referentes ao pH para a média dos tratamentos (FS, FM, CT, CM e CS) durante a primeira semana (pH<sub>1</sub>), segunda semana (pH<sub>2</sub>) e terceira semana (pH<sub>3</sub>) de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios        |                       |                       |
|-------------|----|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
|             |    | pH <sub>1</sub>         | pH <sub>2</sub>       | pH <sub>3</sub>       |
| Tratamentos | 4  | 0,83x10 <sup>-1**</sup> | 0,15x10 <sup>-1</sup> | 0,17x10 <sup>-1</sup> |
| Resíduo     | 10 | 0,39 x10 <sup>-2</sup>  | 0,50x10 <sup>-2</sup> | 0,12x10 <sup>-1</sup> |
| CV(%)       |    | 1,06                    | 1,24                  | 1,90                  |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Foi possível observar, com base na Tabela 25, o efeito significativo dos diferentes tratamentos (estresse por frio moderado e severo, conforto preconizado e estresse por calor moderado e severo) a 5% de probabilidade, sobre os resultados médios do valor do pH, apenas na primeira semana durante a primeira fase do experimento.

**Tabela 26.** Valores médios do pH, para os tratamentos (FS, FM, CM e CS) na primeira semana (pH<sub>1</sub>), segunda semana (pH<sub>2</sub>) e terceira semana (pH<sub>3</sub>) de vida das aves em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT).

| Tratamento                          | Variáveis       |                 |                 |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                     | pH <sub>1</sub> | pH <sub>2</sub> | pH <sub>3</sub> |
| Frio severo                         | 6,08            | 5,82            | 5,95            |
| Frio moderado                       | 5,96            | 5,77            | 5,79            |
| <b>Conforto Térmico preconizado</b> | <b>5,98</b>     | <b>5,71</b>     | <b>5,81</b>     |
| <b>Testemunha</b>                   |                 |                 |                 |
| Calor moderado                      | 5,66*           | 5,67            | 5,79            |
| Calor severo                        | 5,80*           | 5,66            | 5,75            |

As médias seguidas \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

Pode ser observado pelo teste de Dunnett (Tabela 26) que, as excretas das aves mantidas em ambiente de estresse por Calor Severo (CS) e Calor Moderado (CM) apresentaram valores de pH estatisticamente diferentes dos valores encontrados nas excretas das aves mantidas em condições de Conforto Térmico Preconizado (CT). Tanto o estresse por Calor Severo quanto o Calor Moderado aplicados às aves, geraram excretas com valores de pH inferiores, quando comparadas àquelas das aves submetidas ao tratamento controle.

Esta diferença não foi encontrada nas análises das excretas na segunda e terceira semana de vida das codornas.

- **2° fase do experimento (22° ao 35° dia)**

O resumo da análise de variância para os valores de pH analisados nas excretas de codornas de corte durante a segunda fase do experimento, para os quinze tratamentos (CT-CT, FS-CS, FM-CS, FM-CS, CT-CS, CM-CS, CS-CS, FS-CM, FM-CM, FM-CM, CT-CM, CM-CM, CS-CM, FS-CT, FM-CT, FM-CT, CT-CS, CM-CT, CS-CT) está apresentado na Tabela 27.

**Tabela 27.** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação, dos valores do pH para a média dos quinze tratamentos durante a quarta e quinta semanas de vida das codornas de corte.

| FV          | GL | Quadrados médios |
|-------------|----|------------------|
|             |    | pH               |
| Tratamentos | 14 | 0,24*            |
| Resíduo     | 75 | 0,06             |
| CV(%)       |    | 0,24             |

\*\*Significativo a 5% de probabilidade

Por meio da Tabela 27 pode-se observar que houve efeito significativo a 5% de probabilidade dos 15 diferentes tratamentos sobre os resultados pH avaliados durante a segunda fase do experimento, entre o 22° e 35° dia de vida dos animais. O valores do pH das excretas das codornas para os 15 tratamentos são apresentados nas tabelas 28,29 e 30.

**Tabela 28.** Valores do pH das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Severo durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida

| Tratamento   | Variáveis   |
|--------------|-------------|
|              | pH          |
| <b>CT-CT</b> | <b>5,92</b> |
| FS-CS        | 6,56*       |
| FM-CS        | 6,50        |
| CT-CS        | 6,55*       |
| CM-CS        | 6,73*       |
| CS-CS        | 6,23        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

**Tabela 29.** Valores do pH das excretas das codornas mantidas em estresse por Calor Moderado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida

| Tratamento   | Variáveis   |
|--------------|-------------|
|              | pH          |
| <b>CT-CT</b> | <b>5,92</b> |
| FS-CM        | 6,05        |
| FM-CM        | 6,14        |
| CT-CM        | 5,97        |
| CM-CM        | 5,93        |
| CS-CM        | 5,94        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

**Tabela 30.** Valores do pH das excretas das codornas mantidas em Conforto Térmico Preconizado durante segunda fase do experimento em comparação com as aves mantidas em Conforto Térmico Preconizado (CT-CT) durante todo seu ciclo de vida

| Tratamento     | Variáveis   |
|----------------|-------------|
|                | pH          |
| <b>CT – CT</b> | <b>5,92</b> |
| FS – CT        | 6,14        |
| FM – CT        | 5,94        |
| CM– CT         | 5,93        |
| CS – CT        | 5,93        |

As médias seguidas de \* diferem da testemunha (Conforto Térmico Preconizado) pelo teste de Dunnett, a nível de 5% de significância.

Pelo teste de Dunnet, pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa entre os teores de pH das excretas das aves submetidas ao conforto térmico durante as duas fases quando comparado às excretas das aves submetidas aos tratamentos frio severo, conforto térmico e calor moderado na primeira fase seguidos por calor severo na segunda fase. Estas excretas apresentam maior umidade o que pode ter influenciado em seu pH mais básico em comparação com as demais.

A forma dominante do nitrogênio no esterco de aves é o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), que é convertido em amônia ( $\text{NH}_3$ ) com a elevação do pH e sob condições de umidade. Esta amônia na forma de gás difunde-se do esterco para a atmosfera pela volatilização, podendo conduzir a presença de elevados níveis do gás amônia no interior dos galpões das aves e de poluição da atmosfera adjacente. Como consequência deste fato tem-se diversos

problemas, dentre os quais pode-se citar decréscimo no desempenho das aves, riscos a saúde dos operadores, poluição atmosférica e redução do poder fertilizante do esterco pela perda de N para o ar (SEIFFERT, 2000).

## 5. CONCLUSÃO

Tendo em vista a forma como foi realizada esta pesquisa e com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que:

- As variações dos teores de nitrogênio e potássio encontrados nas excretas das aves submetidas a diferentes ambientes térmicos não foi suficiente para garantir que estes parâmetros sirvam como indicadores de estresse térmico de codornas.
- Os teores de umidade das excretas das aves submetidas ao calor severo, na segunda fase do experimento, são superiores ao valor encontrado nas excretas das aves submetidas ao conforto térmico, qualificando este fator como um indicativo de que as aves não se encontraram em conforto térmico.
- A relação carbono/nitrogênio das excretas de codornas é reduzida à medida em que estas envelhecem .
- A relação carbono/nitrogênio obtida nas excretas de codornas, independente da idade e ambiente térmico ao qual estão submetidas, é inferior ao ideal para a compostagem, exigindo acréscimo de material fornecedor de carbono.
- Ambientes muito frios na fase inicial de vida ou muito quentes na fase de crescimento e terminação de codornas de corte, levam a produção de fezes mais líquidas e ao conseqüente maior potencial de emissão de amônia.

- Os conteúdos de nitrogênio na excreta são mais elevados em ambientes frios.
- Os valores de pH nas excretas de uma maneira geral, não indicam relação direta, confiável, com o ambiente térmico.
- Os valores de Nitrogênio Total obtidos para excretas de codornas são superiores aos valores obtidos para excretas de frangos de corte.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P, G. e ABREU, V, M, N. Embrapa Suínos e Aves –Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Comunicado Técnico: Função e manejo da cortina em aviários. 2001. 2p.

ABREU, V. M. A.; ABREU, P.G. Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião centro sul baiano. EMBRAPA SUÍNOS E AVES, dezembro, 2003.

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. Criação de codornas para produção de ovos e carne. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 268p.

ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 467 p, 1977.

ALMEIDA, E. U. Níveis de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. 2010. 47f.. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Centro Universitário de Vila Velha, Vila Velha, 2010.

ALMEIDA, E. U. Níveis de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Centro Universitário de Vila Velha, 48p., 2010.

ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G.; RAMOS, P.R.; VEIGA, N.; DIAS, K. Efeito de linhagem e nível protéico sobre as características de carcaça de machos de codornas (*Coturnix* sp.). In: Anais... 2002a, Pirassununga.

AMARAL, M.F.P. Avaliação de sistema para monitoramento de gás amônia em galpões avícolas com ventilação negativa. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

AZEVEDO, M. A. Estudo e avaliação de quatro modos de aeração para sistemas de compostagem em leiras. Belo Horizonte. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 230 p., 1993.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais, conforto animal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 269p.

BAIÃO, N. C. Efeitos da densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, 1995. Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 67p., 1995.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. Poultry Science, Champaign, v. 72, n.2, p. 116-124, 1993.

BONNET, S.; GERAERT, P.A., LESSIRE, M.; CARRE. B.; GUILLAUMIN,S. Effect of High ambient temperature on feed digestibility in broilers, poul. Sci Champaing, v.76, n. KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Agrônômica Ceres, São Paulo, 492 p. 1985.6, p.857-863, 1997.

BORDIN, R. Cotumicultura brasileira: evolução e fatos. In Avicultura Industrial. Disponível em: <[http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticias/coturnicultura-brasileira--evolucao-e-fatos-roberto-bordin/20111207082209\\_E\\_851](http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticias/coturnicultura-brasileira--evolucao-e-fatos-roberto-bordin/20111207082209_E_851)> Acesso em: 20/05/2012

BORGES, S. A.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; SILVA, A. V. F.; MAIORKA, A. Balanço eletrolítica em dietas de crescimento para frangos de corte durante o verão. Revista de Ciência Avícola, Campinas, v. 1, n.3, p. 175-179, 1999.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; FISHER DA SILVA, A. V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. Ciência Rural, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.

BORGES, S.A. Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 84 p., 1997.

BRANTON, S. L.; REECE, F. N.; DEANTON, J. W. Use of ammonium chloride and sodium bicarbonate in acute heat exposure of broilers. Poultry Science, Champaign, v. 65, p. 1659 –1663, 1986.

BURGESS, R.P.; CAREY, J.B.; SHAFER, D.J. The impact of pH on nitrogen retention in laboratory analysis of broiler litter. Poultry Science, v.77, n.12, p.1620-1622, 1998.

CAUWENBERGHE, S.V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid and protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: European symposium of poultry nutrition, 13., 2001, Blankenberge, Belgium. Anais... Blankenberge, Belgium, 2001. p.141-149.

CABRERA, M.L.; CHIANG, S.C. Water content effect on denitrification and ammonia volatilization in poultry litter. Soil Science Society of American Journal, v.58, p.811-816, 1994.

CONTO, L. A. Novos sistemas de aquecimento inicial de pintos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 2003. p.132-136.

CORRELL, D.L. Phosphorus: a rate limiting nutriente in surface Waters. *Poultry Science*, Champaign v.78, n. 5, p.674-682,1999;

COSTA, M. S. Efeito das condições ambientais tropicais na fisiologia e rendimento das poedeira, métodos para diminuir os efeitos prejudiciais das condições ambientais tropicais. In: Anais... Campinas: Fundação Cargil. 121p., 1980.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; OLIBONE, D.; RÖDER, C.; BURIN, A.; KAUFMANN, A. V.; ORTOLAN, M. L. Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaça de aves. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.549-556, 2005.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PELÁ, A.; SILVA, A. C. J.; DECARLI, L. D.; MATTER, U. F. Desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.3, p.692-698, 2006.

DAÍ PRA, M.A.; MARONEZI, C. Compostagem de carcaça de aves. *Perdigão Agroindustrial S.A*, Regional Rio Grande do Sul. *Inform técnico*, ano 03, n.22, 2005.

DEETZ, L. E., RINGROSE, R. C. Effect of heat stress on the potassium requirement of the hen. *Poultry Science*, Champaign, v. 55, p. 1765-70, 1976

DEYHIM, F., BELAY, T., TEETER, R. G. The effect of heat distress on blood gas, plasma and urine concentration of Na, K, Cl of broiler chicks. *Poultry Science*, Champaign, v. 69, p. 42, 1990. (Abstracts).

FARIA FILHO, D.E.; CAMPOS, D.M.B.; AFONSO-TORRES, K.A. et al. Protein levels for heat-exposed broilers: performance, nutrient digestibility, and protein and energy metabolism. *Int. J. Poult. Sci.*, v.6, p.187-194, 2007.

FARIA FILHO, D.E.; ROSA, O.S.; FIGUEIREDO, D.F. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.41, p.101-106, 2006.

FELIX, E.P.; CARDOSO, A.A. Amônia (NH<sub>3</sub>) atmosférica: fontes, transformação, servedouros e métodos de análise. *Química Nova*, São Paulo, V. 27, n.1, p.123-130, 2004.

Florida's Online Composting Center. Disponível em <http://sarasota.ifas.ufl.edu/compost-info/tutorial/elements-of-composting.shtml>>. 2011. Acesso em: 12/04/2012

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil sul de avicultura. Chapecó, SC, 2006.

FURLAN, R.L.; FISCHER DA SILVA, A.V.; BORGES, S.A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p.51-73. 2005.

GERAERT, P.A., PADILHA, J.C.F., GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: biological and endocrinological variables. Br. J. Nut., v. 75, p.205-216, 1996.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 11., Goiânia. Anais... Goiânia: AZEG/ABZ, p.312-313, 2001.

Gorgati, C.Q. 2001. Resíduos sólidos urbanos em áreas de proteção aos mananciais – município de São Lourenço da Serra - SP: compostagem e impacto ambiental. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu. 70 p.

GRAVES,R.E.; HATTEMER, G.M.; STETTLER, D.; KRIDER,J.N.; CHAPMAN,D. Composting. In: united States Departament of Agriculture, natural resources conservation service. Part 637 Environmental Engineering – National Engineering Handbook. Washington, 2000. 88 p. Disponível em: <<http://www.usda.gov/CED>>. Acesso em: 10/06/2012

GROOT KOERKAMP, P.W.G. Review of emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling. In: Journal of agricultural engineering research, new York, v.59, p. 73-87, 1994.

HARTUNG J., PHILLIPS V R. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. Journal Agricultural Engineering Research, v.57, p. 173 – 189, 1994.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. 2011. Acesso em: 12/04/21012.

JIMÉNEZ, E. I.; GARCÍA, V. P. Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Canarias CSIC, Avda. Francisco Sanchez 3, 38206 La Laguna, Tenerife, Canary Islands, Spain, 1989.

KIEHL, E. J. Fertilizante Orgânicos. São Paulo: Editora Agronômica "Ceres" Ltda., 1985. (p. 229-269) 492 p. E.J. Kiehl. 1985.

KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, 171 p., 1998.

Kiehl, E.J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. 4ª ed. E.J. Kiehl. Piracicaba. 173 p., 2004.

KIEHL, E.J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. São Paulo, 2002.

Li, H. Ammonia emissions from manure belt laying hen houses and manure storage. PhD Dissertation. Ames, IA.: Iowa State University, Department of Agricultural and Biosystems Engineering, 124 p., 2006.

LINSLEY, J.G.; BERGER, R.R. Respiratory and cardiovascular responses in the hyperthermic domestic fowl. In: Poult. Sci.. Champaign, v.43, p.291-305, 1964.

LOTT, B.; DONALD, J. Amônia. Avicultura Industrial, n. 1111, 2003. Seção Ciência e Tecnologia: Manejo. [http:// www.aviculturaindustrial.com.br](http://www.aviculturaindustrial.com.br). 2005.

Maguire R.O.; Dou, z.; Sims, J.T.; Brake, J.; Joern, B.C. Dietary strategies for reduced phosphorus excretion and improved water quality. Journal of Environmental. Quality v.34, p.2093-2103, 2005.

MAY, J.D., DEATON, J.W., BRANTON, S. L. Body temperature of acclimated broilers during exposure to high temperature. Poultry Science, v.66, p.378-80, 1987.

MIRAGLIOTTA, M. Y. Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciadas. Campinas.222p. Dissertação Mestrado, FEAGRI/UNICAMP, 2000.

MORO, D. Sistemas de aquecimento em instalações avícolas na fase inicial. In: Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, 1995, Campinas. Anais... Campinas: APINCO. p.139-144, 1995.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. Produção de codornas japonesas. Jaboticabal: Funep, 79p., 1998.

MURAKAMI, A. E.; SAKAMOTO, M. I.; SOUZA, L. M. G.; FRANCO ,J. R. G.; MITUO M.; O. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em Postura. Revista Brasileira de Zootecnia v.35, n.6, p.2333-2337, 2006.

NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O. As perdas de calor das aves: entendendo as trocas de calor com o meio. 2010. Publicado em: [http://www.avisite.com.br/cet/img/20100916\\_trocasdec calor.pdf](http://www.avisite.com.br/cet/img/20100916_trocasdec calor.pdf) Acesso em: 21/06/2012

NICHOLSON, F.A.; CHAMBERS, B. J.; SMITH, K. A. Nutrient composition of poultry manure in England and Wales. *Bioresource Technology*, v.58, p. 279-284, 1996.

OLIVEIRA NETO, A. R. ; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.. Metabolizable energy level for broilers from 22 to 42 days of age maintained under thermoneutral environment. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa – MG, v.29, n. 4, p.1132-1140, 2000.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J.; ROSTAGNO, H. S.; FERREIRA, R. A.; MAXIMIANO, H. C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada de dois níveis de energia metabolizável. In: *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n1, p.183-190, 2000.

OLIVEIRA, R. F. M. ; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L.T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. GOMES 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, n.3, p.797-803, 2006.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; AMORIM, A.C.; LUCAS JÚNIOR, J. Perda de nitrogênio e redução de carbono orgânico durante o processo de compostagem dos resíduos gerados na avicultura de corte. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

OSORIO J.A, TINOCO F.F ILDA. 2008. Polución del aire en las estructuras pecuarias, emisiones y controles. Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola. Medellín-Colombia. Octubre 11 de 2008.

PEREIRA NETO, J. T. Compostagem: Fundamentos e Métodos. 1º Simpósio Sobre Compostagem: Ciência e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista, FCA – GEMFER, 2004.

PEREIRA NETO, J. T. Conceitos Modernos de Compostagem. *Revista de Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro v. 1, n. 1, p. 1-6, 1989.

PEREIRA NETO, J. T. On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach. University of Leeds, Inglaterra, p. 839-845, 1987.

RABELLO, C. B. V. Produção de Aves em Clima Quente. ZooTec, Associação Brasileira de Zootecnia, João Pessoa, PB, 11 p., 2008.

REZENDE, M. J. M.; FLAUZINA, L. P.; McMANUS, C.; OLIVEIRA, L. Q. M. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.26, n.3, p.353-358, 2004.

SALVADOR, D.; ARIKI, J.; BORGES, S. A.; PEDROSO, A. A.; BARBOSA MORAES, V. M. Suplementação de bicarbonato de sódio na ração e na água de bebida de frangos de corte submetidos ao estresse calórico. In: ARS Veterinária, v.15, p.144-148, 1999.

SEIFFERT, N.F. Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental. In: Proceedings do Simpósio sobre resíduos da Produção Avícola. Concórdia, SC., Brasil. pp. 1-20, 12 Abril, 2000.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; FILHO, J. J.; RIBEIRO, M. L. G. Efeito do plano nutricional sobre o rendimento de carcaça de codorna tipo carne. Ciência e Agrotecnologia, v.31, n.2, p. 514-522, 2007.

SILVA, R. M.; FURLAN, A. C.; TON, A. P. S.; MARTINS, E. N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A. E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

SILVA, Y. L. da. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes. 2004. 201 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SIMS, J. T.; WOLF, D. C. Poultry manure management: Agricultural and environmental issues. Advances in Agronomy, v. 52, p. 1–83, 1994.

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. Aves e ovos. Pelotas, RS: Ed. da Universidade UFPEL, 138 p, 2005.

TINÔCO, I.F.F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Encontro nacional de técnicos, pesquisadores e educadores de construções rurais, 3., Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p.1-86, 1998.

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

TINÔCO, I.F.F.; GATES, R.S. Ambiência e construções para matrizes pesadas. In: MACCARI, M.; MENDES, A.A. (Ed.) Manejo de matrizes de corte. Campinas: FACTA, 2005. cap.2, p.11-33.

TISDALE, S. L., NELSON, W. L., BEATON, J. D. Soil fertility and fertilizers. New York: Macmillan Publishing Company, 4 ed, p. 378-382, 1985.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A.; JAHNKE, B. S. B. J.; CABRERA, B.R., MORAES, P. O.; LOPES, D.C.N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. Archivos de Zootecnia, V.58, p. 58-89, 2009.

VIGODERIS, R. B. Sistema de aquecimento de aviário e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do Brasil. Viçosa, 2006. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiência)- Universidade Federal de Viçosa.

WHEELER, E. F.; CASEY, K. D.; GATES, R. S.; XIN, H. Ammonia emissions from USA broiler barns managed with new, built-up, or acid-treated litter. Proceedings of the Eighth International Livestock Environment Symposium. Iguassu Falls City, Brazil. ASAbE. St. Joseph, MI. 10 p., 2008.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 19:1467-1476, 1988.

Yang, P.; Lorimor, J. C.; Xin, H. 2000. Nitrogen losses from laying hen manure in commercial high-rise layer facilities. Transactions of the ASAE, V. 43(6): 1771-1780.

Zapata, O. L. M. 2011. Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camas de frango submetidas a reusos seqüenciais na zona da mata do estado de Minas Gerais. Viçosa: 108 f. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência). Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

# **ANEXO**

## ANEXO I

**Tabela 31.** Composição da ração

| <b>Ingredientes</b>         | <b>1 a 21</b> | <b>22 a 42</b> |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| Milho                       | 51,240        | 56,959         |
| Farelo de Soja              | 43,224        | 37,211         |
| Óleo Vegetal                | 1,822         | 3,087          |
| Calcário                    | 1,234         | 1,015          |
| Fosfato bicálcico           | 1,050         | 0,832          |
| Sal                         | 0,381         | 0,330          |
| L-lisina HCl<br>(79%)       | 0,118         | 0,000          |
| DL-met. (99%)               | 0,393         | 0,207          |
| L-triptofano (99%)          | 0,000         | 0,000          |
| L-treonina (98%)            | 0,198         | 0,019          |
| Cl. de colina<br>(60%)      | 0,100         | 0,100          |
| Mist. Mineral               | 0,070         | 0,070          |
| Mist. Vitamínica            | 0,100         | 0,100          |
| BHT                         | 0,010         | 0,010          |
| Surmax                      | 0,050         | 0,050          |
| Coccidiostático             | 0,010         | 0,010          |
| Total                       | 100,000       | 100,000        |
| <b>Composição calculada</b> |               |                |
| PB (%)                      | 25,0          | 22,1           |
| EM (kcal/kg)                | 2900          | 3050           |
| Ca                          | 0,85          | 0,70           |
| Pd                          | 0,32          | 0,27           |
| Na                          | 0,17          | 0,15           |
| Lisina Dig.                 | 1,37          | 1,12           |
| M+C Dig.                    | 1,04          | 0,80           |
| Treonina Dig.               | 1,04          | 0,78           |
| Triptofano Dig.             | 0,294         | 0,259          |