

PATRÍCIA DE PAULA QUEIROZ

**CARACTERÍSTICAS DE CAMA AVIÁRIA DE CASCA DE CAFÉ
SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS E A INFLUÊNCIA
NO POTENCIAL DE EMISSÃO DE AMÔNIA E EM LESÕES DO COXIM
PLANTAR DE FRANGOS DE CORTE**

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
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Q3c
2015

Queiroz, Patrícia de Paula, 1989-
Características de cama aviária de casca de café
submetida a diferentes condições ambientais e a influência
no potencial de emissão de amônia e em lesões do coxim
plantar de frangos de corte / Patrícia de Paula Queiroz. -
Viçosa, MG, 2015.
xiv, 69f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : Cecília de Fátima Souza.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f.60-69.

1. Frango de corte. 2. Resíduos de animais - Efeito da
temperatura. 3. Resíduos agrícolas. 4. Amônia. 5. Frango de
corte - Lesões. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de
Pós-graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 636.5

PATRÍCIA DE PAULA QUEIROZ

**CARACTERÍSTICAS DE CAMA AVIÁRIA DE CASCA DE CAFÉ
SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS E A INFLUÊNCIA
NO POTENCIAL DE EMISSÃO DE AMÔNIA E EM LESÕES DO COXIM
PLANTAR DE FRANGOS DE CORTE**

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: 15 de maio de 2015

Luiz Fernando Teixeira Albino

Williams Pinto Marques Ferreira

Alisson Carraro Borges
(Coorientador)

Cecília de Fátima Souza
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha vida, força e proteção durante a caminhada;

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Agrícola que me recebeu para fazer a pós-graduação;

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro;

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

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

Ao Professor Paulo Roberto Cecon pela ajuda nas análises estatísticas;

Aos membros da banca Luiz Fernando Teixeira Albino, Alisson Carraro Borges, Willians Pinto Marques Ferreira;

À empresa Pif Paf pelo apoio ao projeto executado;

Aos meus queridos pais, João Neto e Maria Helena, meus irmãos, Poliana, Tatiane e Thiago, pelo apoio e incentivo;

À Luís Fernando pelo companheirismo, compreensão nos momentos de estresse e auxílio em todas as etapas deste trabalho;

Aos amigos do AMBIAGRO.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Patrícia de Paula Queiroz, filha de João Queiroz Neto e Maria Helena de Paula Queiroz, nasceu 04 de abril de 1989, em Abre Campo, Minas Gerais. Em 2012 graduou-se em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Em abril de 2013, ingressou no Programa de Pós-Graduação em nível de mestrado, também na UFV, submetendo-se à defesa da dissertação em 15 de maio de 2015.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1.INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Avicultura Brasileira.....	4
2.2 Efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de frangos de corte.....	4
2.2.1. Ambiente térmico e frangos de corte.....	4
2.2.2. Respostas fisiológicas das aves ao estresse térmico.....	5
2.3. A cama aviária.....	8
2.4. A cama aviária e a produção de amônia.....	11
2.5. Lesões no coxim plantar das aves.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Local do experimento	16
3.2 Fases experimentais	17
3.3 Coleta das amostras da cama de frango	19
3.4 Avaliação das propriedades químicas e físicas da cama aviária	20
3.4.1 Determinação do teor de umidade	20
3.4.2 Determinação do pH	20
3.4.3 Quantificação do carbono orgânico total	20
3.4.4 Quantificação do nitrogênio total Kjeldahl.....	21
3.4.5 Quantificação do nitrogênio amoniacal	21
3.4.6 Quantificação do fósforo e potássio	21
3.5 Avaliação das lesões no coxim plantar das aves	21
3.6 Temperatura da superfície da cama	22
3.7 Análises estatísticas	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23

4.1. Avaliação das características da cama de casca de café ao longo do experimento.....	23
4.1.1. Variação das características químicas (fósforo total, potássio total, nitrogênio total Kjeldahl e carbono orgânico total) na cama de frangos submetidos a diferentes temperaturas ao longo do experimento.....	25
4.1.1.1. Fósforo total	25
4.1.1.2. Potássio total	29
4.1.1.3. Nitrogênio total Kjeldahl	31
4.1.1.4. Carbono orgânico total	34
4.1.2. Relação Carbono/Nitrogênio	37
4.1.3. Avaliação do potencial da emissão de amônia com base na umidade, pH, temperatura superficial da cama e nitrogênio amoniacal na cama aviária.....	40
4.1.3.1. Umidade.....	40
4.1.3.2. pH	43
4.1.3.3. Nitrogênio amoniacal	47
4.1.3.4. Temperatura superficial da cama aviária.....	51
4.1.4 Avaliação da incidência de lesões no coxim plantar das aves.....	53
5. CONCLUSÕES.....	56
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
6. REFERÊNCIAS	60

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema representando as respostas fisiológicas das aves ao estresse calórico9
- Figura 2.** Vista frontal do conjunto de câmaras climáticas pertencentes ao Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO).....16
- Figura 3.** Vista do interior de uma das câmaras climáticas pertencentes ao AMBIAGRO/DEA-UFV 17
- Figura 4.** Visualização das incidências de escore lesões de coxim plantar no frango de corte. (a) Lesão 0; (b) Lesão 1; (c) Lesão 2..... 22
- Figura 5.** Valores médios de concentração de fósforo na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado 27
- Figura 6.** Valores médios de concentração de fósforo na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2E2CS= Calor Severo; CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado..... 28
- Figura 7.** Valores médios de concentração de potássio na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB = Frio Brando; E1FM= Frio Moderado 30
- Figura 8.** Valores médios de concentração de potássio na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2E2CS= Calor Severo; CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado..... 32
- Figura 9.** Valores médios da concentração de NTK na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB = Frio Brando; E1FM= Frio Moderado..... 33
- Figura 10.** Valores médios de concentração de NTK na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado 35
- Figura 11.** Concentração média de Carbono Orgânico Total (COT) na cama aviária ao longo das primeiras três semanas de vida das aves C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB = Frio Brando; E1FM= Frio Moderado 36
- Figura 12.** Concentração média de Carbono Orgânico Total na cama aviária ao das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado 37
- Figura 13.** Valores médios da Relação C/N ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB = Frio Brando; E1FM= Frio Moderado..... 38

- Figura 14.** Valores médios da Relação C/N na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado .. 39
- Figura 15.** Valores médios de concentração de umidade na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB = Frio Brando; E1FM= Frio Moderado 40
- Figura 16.** Valores médios de concentração de umidade na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto Térmico Preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado 41
- Figura 17.** Valores médios de pH da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB = Frio Brando; E1FM= Frio Moderado 44
- Figura 18.** Valores médios de pH da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado 46
- Figura 19.** Valores médios de concentração de Nitrogênio amoniacal na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E2FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado 48
- Figura 20.** Valores médios de concentração de nitrogênio amoniacal na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperaturas do ambiente (°C) nos diferentes tratamentos, em função da idade das aves.....	23
Tabela 2 – Temperaturas do ambiente (°C) nos diferentes tratamentos, em função do horário e idade das aves.....	23
Tabela 3 - Resumo da análise de variância (ANOVA), das características (UBU, P, K, pH, NT, NAM, C/N, COT, TEMP) analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos aplicados ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	27
Tabela 4 - Resumo da análise de variância (ANOVA), das características (UBU, P, K, pH, NT, NAM, C/N, COT) analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	27
Tabela 5 - Resumo da análise de variância (ANOVA), das temperaturas analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos ao longo das três primeiras de vida das aves.....	28
Tabela 6 - Resumo da análise de variância (ANOVA), das temperaturas analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	28
Tabela 7 – Valores médios de NT, K, UBU, C/N e TEMP da cama de aviário submetida aos diferentes tratamentos ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	28
Tabela 8 – Valores médios de UBU, P, NATE TEMP da cama de aviário submetida os diferentes tratamentos ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	29
Tabela 9 – Valores médios para concentração de fósforo da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	30
Tabela 10 – Valores médios de fósforo da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	32
Tabela 11 – Valores médios de concentração de potássio na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	34
Tabela 12 – Valores médios de concentração de potássio da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	35
Tabela 13 – Valores médios de concentração de NTK na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	36
Tabela 14 – Valores médios de concentração de NTK da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	38
Tabela 15 – Valores médios da concentração de carbono orgânico total na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	40

Tabela 16 – Valores médios de carbono orgânico total da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	41
Tabela 17 – Valores médios da relação C/N da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	42
Tabela 18 – Valores médios da relação C/N da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	44
Tabela 19 – Valores médios de umidade da cama de aviário (UBU) ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	46
Tabela 20 – Valores médios de umidade da cama de aviário ao longo do experimento (Ubu %)......	47
Tabela 21 – Valores médios de pH da cama de aviário ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	50
Tabela 22 – Valores médios de pH da cama de aviário ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	51
Tabela 23 – Concentrações médias de nitrogênio amoniacal na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	54
Tabela 24 – Valores médios de nitrogênio amoniacal da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	56
Tabela 25 – Valores médios de temperatura superficial da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.....	57
Tabela 26 – Valores médios de temperatura superficial da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves.....	58
Tabela 27 – Valores médios em porcentagem, de leitura de lesões de coxim plantar em frangos de corte durante as três primeiras semanas de vida das aves	59
Tabela 28 – Valores médios em porcentagem, de leitura de lesões de coxim plantar em frangos de corte durante as três últimas semanas de vida das aves.....	60

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

SÍMBOLO/ ABREVIATURA	DESCRIÇÃO	UNIDADE
C/N	Relação carbono/nitrogênio	
C1TC	Conforto térmico preconizado por Cassuce (2013)	
C1TL	Conforto Térmico Segundo a Literatura	
C2TC	Conforto Térmico Preconizado por Cassuce (2013)	
COT	Carbono Orgânico Total	%
E1FB	Estresse por Frio Brando	
E1FM	Estresse por Frio Moderado	
E1FS	Estresse por Frio Severo	
E2CA	Estresse por Calor Acentuado	
E2CL	Estresse por Calor Leve	
E2CM	Estresse por Calor Moderado	
E2CS	Estresse por Calor Severo	
K	Potássio	g.kg ⁻¹
NAT	Nitrogênio amoniacal	g.kg ⁻¹
NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl	g.kg ⁻¹
P	Fósforo Total	g.kg ⁻¹
pH	Potencial Hidrogeniônico	
TEMP	Temperatura superficial da cama	°C
UBU	Umidade em base úmida	%

RESUMO

QUEIROZ, Patrícia de Paula. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Maio de 2015. **Características de cama aviária de casca de café submetida a diferentes condições ambientais e a influência no potencial de emissão de amônia e em lesões do coxim plantar de frangos de corte.** Orientadora: Cecília de Fátima Souza. Coorientadores: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco e Alisson Carraro Borges.

A produção avícola vem crescendo em grandes proporções no Brasil ao longo dos últimos anos. À medida que essa produção aumenta, maiores quantidades de resíduos são gerados. A cama aviária é o principal resíduo gerado por essa atividade e vem sendo estudada por diversos pesquisadores devido à necessidade de adequação de práticas corretas de manejo e destinação final. Enquanto em uso no galpão, a cama deve reunir características que definam a sua qualidade, para assim proporcionar maior conforto e produtividade. O ambiente no qual a cama aviária está inserida determina em grande parte a sua qualidade. No entanto, são escassas as pesquisas que buscam definir interações e efeitos do ambiente nas características físicas e químicas da cama aviária, nos potenciais de emissão de amônia e na incidência de lesões no coxim plantar das aves. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi verificar, ao longo de um ciclo de produção, o efeito de diferentes ambientes térmicos nas características da cama aviária de casca de café, bem como a influência nos potenciais de emissão de amônia e na qualidade do coxim plantar de frangos de corte. A pesquisa foi realizada em câmaras climáticas, localizadas no Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. O experimento foi conduzido em duas etapas: a primeira, durante as três primeiras semanas de vida das aves. Foram utilizados 225 frangos, sendo estes submetidos aos ambientes de estresse por Frio Brando (E1FB), Frio Moderado (E1FM) e Frio Severo (E1FS), Conforto Térmico Segundo a Literatura (C1TL) e Conforto Térmico Preconizado por Cassuse (C1TC) (2013). Na segunda etapa, durante as três últimas semanas de vida, foram utilizados 140 frangos, sendo estes submetidos aos ambientes de Calor Severo (E2CS), Calor Acentuado (E1CA), Calor Leve (E2CL), Calor Moderado (E2CM) e Conforto Térmico Preconizado por Cassuse (C2TC) (2013). Amostras da cama foram coletadas uma vez por semana para avaliar o teor de umidade, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal, potássio total, pH e carbono orgânico total. Três vezes por semana foram coletados dados de temperatura superficial da cama. Utilizou-se o teste F para verificar a

existência de efeitos significativos dos tratamentos (interações entre os diferentes ambientes térmicos) sobre as características mencionadas. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Equações de regressão foram ajustadas com o objetivo de se verificar as tendências de variação dessas variáveis ao longo do ciclo de criação. O potencial de emissão de amônia foi avaliado com base nos resultados de umidade, pH, nitrogênio amoniacal e temperatura superficial das camas, sob os diferentes tratamentos. A avaliação da qualidade do coxim plantar das aves foi feita com base em escores atribuídos aos diferentes tipos de lesões observados. Observou-se que o ambiente térmico não exerceu influência significativa nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, e carbono orgânico total na cama aviária. O potencial de emissão da amônia da cama aviária não foi significativamente diferente para os diferentes ambientes térmicos, principalmente ao longo das três últimas semanas do ciclo de criação. Não foi constatada diferença na incidência de lesões no coxim plantar das aves entre os diferentes ambientes. Assim, com base nos resultados obtidos no presente estudo e considerando-se a disponibilidade do resíduo casca de café na região da Zona da Mata Mineira, é possível recomendar sua adoção como alternativa para cama aviária. O que deve ser enfatizado, porém, é que o manejo adequado será mais crucial na definição da qualidade da cama e do ar circundante, do que propriamente o ambiente térmico no qual esta está inserida. Estando sobre cama corretamente manejada e de boa qualidade, as aves apresentarão baixa incidência de lesões no coxim plantar e conseqüentemente estarão em melhor condição de bem-estar, o que aumentará a eficiência produtiva do lote.

ABSTRACT

QUEIROZ, Patrícia de Paula. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2015. **Characteristics of poultry litter of coffee husk submitted to different environmental conditions and the influence on the potential for ammonia emission and on the podal lesions in broiler chickens.** Adviser: Cecília de Fátima Souza. Co-advisers: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco and Alisson Carraro Borges.

Poultry production has been growing in large proportions in Brazil over the past years. As this production increases, larger amounts of waste are generated. The poultry litter is the main residue generated by this activity and has been studied by several researchers, due to the need for adequacy of right practices for management and final destination. While being used inside the aviary, the poultry litter must meet the characteristics that define its quality, in the way that it can generate higher comfort and productivity. The environment in which the poultry litter is laid, determines in its majority, its quality. However, there are few researches seeking to define interactions and effects of the thermal environment on the physical and chemical characteristics of the poultry litter, on the potential of the ammonia emission and on the incidence of lesions in the footpad of the birds. Thus, the objective of this work was verifying, for one production cycle, the effect of different thermal environments on the characteristics of poultry bed of coffee husks, as well as the influence on the potentials of the ammonia emission and on the quality of the feet pads of broiler chickens. The research was carried out climatic chambers, located at the Center of Research in Environment Control and Engineering of Agricultural and Industrial Systems (AMBIAGRO) belonging to the Department of Agricultural Engineering of the Federal University of Viçosa. The trial was carried out in two stages: the first one, during the first three weeks of life of the animals. It were used 225 broiler chickens, being those animals submitted to environments of stress by a Mild Cold (E1FB), a Moderate Cold (E1FM) and a Severe Cold (E1FS), Thermal Comfort according to the literature (C1TL) and Thermal Comfort recommended by Cassuse (2013) (C1TC). In the second stage, during the last three weeks of life, it were used 140 broiler chickens, being those submitted to environments of Severe Heat (E2CS), Strong Heat (E1CA), Light Heat (E2CL), Moderate Heat (E2CM) and Thermal Comfort recommended by Cassuce (2013) (C2TC). Samples from the litter were collected once a week to assess the moisture content, total phosphorus, total nitrogen Kjeldahl, ammonia nitrogen, total potassium, pH and total organic carbon. Three times a week, were collected data of temperature in the surface of the poultry litter in each environmental condition. It was used the F test to verify the significant effects of the

treatments (interactions among the different thermal environments) on the mentioned characteristics. The averages were compared by means the Tukey test, 5% level of probability. The potential for ammonia emission was evaluated with basis on the results for humidity, pH, ammonia nitrogen and surface temperature of the litter, under the different treatments. The evaluation of the quality of the footpads was done with basis on scores related to the different types of observed lesions. It was concluded that the thermal environment did not affect the concentrations of total nitrogen Kjeldahl, phosphorus, potassium, and total organic carbon in the poultry litter. The potential for ammonia emission was not significantly different for the distinct thermal environments, mainly along the last three weeks of the cycle of production. It was found no difference in the incidence of lesions in the footpad of the birds among the different environments. Thus based on the results of this study and considering the availability of the coffee husks as residue in the region of "Matas de Minas", Minas Gerais state, it is possible to recommend it as an alternative for bedding systems in poultry production. However, what it must be pointed out is that the correct management will be more crucial to define the quality of the litter and of the air around, than properly the thermal environment in which the litter is inserted. If laid on a good quality and correctly managed litter, the broiler chickens will present low incidence of lesions in the footpad and consequently, will be in better welfare condition, which will increase the productive efficiency of the lot.

1. INTRODUÇÃO

A indústria avícola brasileira corresponde a um dos maiores complexos econômicos do setor agropecuário do país. A produção de carne de frango no país atingiu patamares de 12,7 milhões de toneladas em 2014, de acordo com informações divulgadas pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), fazendo com que o Brasil ocupasse o terceiro lugar mundial entre os maiores produtores (ABPA, 2015). Com o crescimento contínuo e acelerado dessa atividade, a quantidade de resíduos produzida por essa atividade aumenta cada vez mais. Diante desse fato, os produtores passam a ter que lidar com questões relativas à sustentabilidade e a preservação ambiental, ou seja, a busca do equilíbrio entre a produção e o ambiente, que nada mais é do que a chamada “responsabilidade ambiental”.

Um dos resíduos mais expressivos da produção avícola de corte, devido ao volume gerado e ao potencial de poluição, é a “cama aviária”, composta pelo material absorvente utilizado sobre o piso dos galpões, para servir de leito para as aves. Naturalmente a cama recebe adições de excretas, restos de ração, água e penas, as quais vão aumentando com o tempo. Vários substratos são usados na composição da cama: maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre outros materiais (GRIMES, 2004), sendo estabelecida a escolha de acordo com a disponibilidade do material na região de produção.

Cada ave gera em média o equivalente a 2,2 kg de cama por frango de corte na matéria natural, segundo Santos & Lucas Jr. (2003). Considerando-se que, na indústria avícola do Brasil, o montante de aves criadas foi de 6,2 bilhões de cabeças, estima-se que a produção de cama, tenha sido de, aproximadamente, 13,6 bilhões de kg em 2014. À medida que a produção nacional de frangos de corte aumenta, maiores quantidades de cama são geradas e é notória a necessidade de se pensar nas possibilidades de manejo e de destino desse resíduo, a fim de se minimizarem os impactos causados por disposição inadequada (SANTOS et al., 2005).

A qualidade e as características do material utilizado como cama aviária podem ser influenciadas e relacionadas diretamente ao ambiente térmico proporcionado às aves, definido em grande parte pela temperatura e umidade, que agindo em conjunto, interferem também nos padrões de emissão de amônia (Furlan et al., 2000). Os compostos nitrogenados presentes nas excretas que são eliminadas pelas aves são degradados por ação de microrganismos da cama e podem ser transformados em amônia, composto altamente volátil, irritante das vias aéreas e importante

desencadeador de ascite e problemas respiratórios nas aves (PAGANINI, 2004; JORGE, 1991). Dessa forma, pode ocorrer interferência nas condições de conforto e bem-estar das aves, além de causar danos à saúde dos trabalhadores, reduzindo, dessa forma a produtividade de ambos.

Visando analisar as características dos diferentes tipos de cama aviária adotados pelos produtores, vários estudos têm sido realizados. Oliveira et al. (2005) avaliaram as características da cama e o desempenho de frangos de corte, criados em diferentes densidades populacionais e tipos de cama. Fukayama (2008) caracterizou quantitativa e qualitativamente a cama de frango sob diferentes períodos de reutilização e avaliou seus efeitos na produção de biogás e biofertilizante. Carvalho et al. (2011) analisaram as características da cama utilizando diferentes sistemas de ventilação e tipologia de galpão de frangos de corte durante a fase de aquecimento. As variáveis analisadas foram: pH, umidade, temperatura superficial e concentração de amônia, em quatro diferentes tipos de aviários: Blue House I e Blue House II, Dark House e Convencional. Zapata (2011) caracterizou e avaliou o potencial fertilizante de dois tipos de cama de frango (maravalha e casca de café), submetidas a reúsos sequenciais na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, com base nos valores de pH, umidade, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e carbono orgânico total. Teixeira et al. (2012) avaliaram as características de camas de frango compostas por maravalha e/ou bagaço de cana aos 21 e 42 dias de criação. Essas camas foram analisadas quanto à matéria seca, pH, amônia volatilizada e densidade. Mendes (2012) caracterizou química e fisicamente excretas de codornas européias submetidas a variações de temperatura em câmaras climáticas, como indicativo de níveis de estresse calórico, emissão de amônia e adequação à compostagem.

No entanto, não há registro de estudos conduzidos com o objetivo de se caracterizar química e fisicamente camas de frangos submetidas a variações de temperatura, que normalmente são decorrentes das condições climáticas do local de criação, ou mesmo impostas, pela adequação do ambiente, às faixas efetivas de temperatura indicadas para as diferentes fases do ciclo produtivo.

Dentre as características da cama, a umidade é um importante fator, que quando presente em excesso e combinado com compostos nitrogenados presentes no meio, pode trazer problemas ambientais e de manejo, devido ocorrer aumento no peso e volume desses resíduos, o que dificulta o manuseio ou a estocagem, além de aumentar custos de remoção, caso seja a opção. Dependendo do manejo, pode ocorrer desenvolvimento de moscas, vetores de doenças e, ainda o aumento na taxa de perda de amônia para o meio

ambiente, fato esse indesejável. Os impactos sobre os animais compreendem irritação no coxim plantar, queimaduras, aumento da incidência e severidade das lesões na carcaça das aves e também outras doenças significativas relacionadas às condições sanitárias inadequadas (TRALDI et al., 2004; AA, 2008).

Com a abertura de novos mercados para a exportação de pés de frango, tem ocorrido uma maior preocupação com a identificação das lesões no coxim plantar ou pata das aves que levam à condenação do corte (SANTOS, 2009). Os pés são desejados tanto por indústrias alimentícias quanto de cosméticos, pois, além de serem usados para o consumo humano, eles são ricos em colágeno, muito usado na indústria de beleza. Contudo, a incidência de “calos” desvaloriza o produto, tornando-o inviável para a venda (LIMA, 2005).

A alta densidade de aves é outro fator a interferir nas características das camas de aviários. Martrenchar et al. (1997) citam que inflamações presentes nas aves que se transformam posteriormente em lesões, são associadas aos fatores corrosivos, como, a grande quantidade de fezes presentes nas camas, decorrentes da alta densidade de aves em produções comerciais. Os autores citam que essa doença é um importante marcador da degradação da cama aviária, devido à alta densidade de alojamento que é severamente criticada pelas associações de bem-estar animal.

Diversos autores avaliaram a qualidade do coxim plantar nas aves entre eles destaca-se, Santos (2009) que avaliou a influência da cama de casca de café, tratada com condicionadores químicos, na qualidade do coxim plantar de frangos de corte e no desempenho zootécnico das aves, bem como na qualidade da cama. Mendes et al. (2012) verificaram o efeito da densidade de alojamento das aves na incidência de lesões de coxim plantar em frangos de corte. No entanto, em nenhuma das pesquisas foi ponderada a hipótese da interação “ambiente térmico x cama” interferir na incidência de lesões do coxim plantar de frangos de corte.

Diante do exposto, a comunidade científica, assim como os produtores de frangos de corte, anseiam por pesquisas que busquem definir interações e efeitos do ambiente térmico nas características físicas e químicas da cama de frango e a consequente incidência de lesões no coxim plantar das aves. Portanto, tem-se como objetivo geral do presente trabalho avaliar o efeito do ambiente térmico nas características da cama aviária de casca de café submetida a diferentes condições ambientais, no potencial de emissão de amônia e na qualidade do coxim plantar de frangos de corte, e como objetivos específicos: analisar o efeito do ambiente térmico na concentração dos componentes: nitrogênio total, fósforo total,

potássio total e carbono orgânico total, bem como a relação C/N na cama aviária; avaliar o potencial de emissão de amônia da cama aviária com base na concentração de nitrogênio amoniacal, teor de umidade e pH, em diferentes condições ambientais durante o período de criação; avaliar a incidência e severidade de lesões no coxim plantar das aves.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Avicultura brasileira

A produção avícola brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial. Do volume total de carne de frango produzida no Brasil em 2014, 8,6 milhões de toneladas foram destinados ao consumo interno e 4,1 milhões de toneladas para exportações, sendo nesse mesmo ano o consumo per capita do brasileiro de 42,7 kg.habitante⁻¹. O estado de Minas Gerais é o sexto maior exportador de carne de frango, sendo responsável por 4,78% das exportações em 2013, o que representa um total de 185.849 toneladas. Em relação à produção, Minas Gerais é o quinto maior produtor de frango de corte do país, sendo responsável por 7,56% do total abatido no ano de 2013, ou seja, 929,88 mil toneladas de frango (ABPA, 2014).

De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2014), no Brasil, a avicultura emprega mais de 3,6 milhões de pessoas, direta e indiretamente, e responde por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB). A importância social da avicultura no Brasil se verifica também pela sua presença maciça no interior do país, principalmente nos estados do Sul e Sudeste. Em muitas cidades a produção de frangos é a principal atividade econômica.

Fatores como qualidade, sanidade e preço contribuíram para aperfeiçoar a produtividade no setor. O Brasil buscou modernização e empregou instrumentos como o manejo adequado do aviário, sanidade, alimentação balanceada, melhoramento genético e produção integrada. A parceria entre indústria e avicultores também contribuiu para a excelência técnica em todas as etapas da cadeia produtiva, resultando em reduzidos custos de transação e na qualidade, que atende às demandas do mundo (EMBRAPA, 2009).

2.2. Efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de frangos de corte

2.2.1. Ambiente térmico e frangos de corte

O ambiente térmico ao qual as aves são submetidas é um dos responsáveis pelo sucesso ou fracasso da empresa avícola. Por este motivo um dos fatores importantes para a otimização do resultado da atividade é o monitoramento e controle eficiente deste ambiente (BAÊTA & SOUZA, 2010).

De acordo com Pereira et al. (2011), o ambiente pode ser classificado em térmico, aéreo, físico, biológico, acústico e social, podendo atuar de forma direta ou

indireta no organismo animal, melhorando ou piorando seu desempenho produtivo. De acordo com Baêta & Souza (2010) o ambiente térmico, normalmente, envolve os efeitos da radiação, temperatura de bulbo seco do ar, umidade relativa e velocidade do ar, sendo a combinação temperatura e umidade, o principal condicionante para o conforto térmico do animal.

O ambiente térmico tem forte influência no desempenho zootécnico de aves, constituindo um dos principais fatores de perdas produtivas em regiões de clima tropical, nas quais as temperaturas diárias elevadas interferem no consumo de ração, conversão alimentar e, conseqüentemente, no ganho de peso (NAVARINI, 2009; SALGADO & NÄÄS, 2010). De acordo com Amaral et al.(2011) esta influência depende da espécie, idade, peso corporal, sexo, atividade física e consumo alimentar das aves.

Para o estudo da caracterização do ambiente térmico, as variáveis mais utilizadas são temperatura e umidade relativa do ar. Além dessas variáveis outros fatores devem ser levados em consideração na influência do conforto térmico das instalações de criação dos animais sobre o desempenho dos mesmos, tais como iluminação, concentração de gases, poeira e microorganismos (PONCIANO, 2011).

2.2.2. Respostas fisiológicas das aves ao estresse térmico

As aves são animais homeotérmicos, isto é, mantêm a temperatura corporal dentro de certos limites, independentemente da flutuação da temperatura ambiente (YAHAV, 2000). Dentro de determinada faixa de temperatura ambiental a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético, exigindo um esforço mínimo dos mecanismos termorreguladores, sendo esta denominada zona de conforto ou de termoneutralidade. Nesta condição, o animal encontra-se em estado de máximo conforto, a fração de energia utilizada para termogênese é mínima e a energia para produção é máxima (HAFEZ, 1973; CURTIS, 1983). O conforto térmico acontece, em geral, quando é assegurada a temperatura do núcleo basal aceitável do animal, bem como a baixa umidade na superfície da pele e esforço fisiológico de regulação mínimo (ASHRARE, 2001).

As aves, sendo animais homeotérmicos, dispõem de um centro termorregulador no sistema nervoso central, o hipotálamo, órgão que funciona como termostato fisiológico, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor,

determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal (MACARI et al., 2004, MORO, 1995).

Quando as aves são submetidas a temperaturas ambientais acima da zona de termoneutralidade ocorre o estresse por calor. Fisiologicamente elas respondem ao estresse calórico aumentando os mecanismos de dissipação de calor e diminuindo a produção de calor metabólico. Elas se prostram e diminuem o consumo de ração. Além disso, para dissipar calor, as aves aumentam a ingestão de água, os batimentos cardíacos, a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica e a taxa de respiração e de sudorese. Neste processo tem-se o desvio da energia da produção para a dissipação de calor, comprometendo assim o ganho de peso (FURLAN, 2006; BROSSI et al., 2009; NASCIMENTO & SILVA, 2010; BAÊTA & SOUZA, 2010). Cabe ressaltar ainda que a condição de estresse por calor resulta em maior taxa de mortalidade.

A capacidade das aves de suportar o calor é inversamente proporcional ao aumento da umidade do ar. Assim, quanto maior for a umidade do ar, maior será a dificuldade das aves em dissipar o calor interno por meio das vias aéreas, levando a um aumento na sua frequência respiratória (OLIVEIRA et al., 2006).

Situação inversa ocorre quando as aves são submetidas a temperaturas abaixo da zona de termoneutralidade, condições nas quais ocorre o estresse por frio. Em resposta ao estresse elas se abrigam de correntes de vento, se aglomeram e aumentam o nível de atividade física. Os principais mecanismos fisiológicos para combate ao frio são o aumento da ingestão de ração, diminuição da circulação periférica, piloereção, glicogênese por meio de tremor muscular, queima de tecido adiposo e, em último caso, utilização das próprias proteínas num processo catabólico, resultando em queda de produtividade, lotes desuniformes, perda de peso e piora na conversão alimentar (ALMEIDA, 2010; NASCIMENTO & SILVA, 2010, BAÊTA & SOUZA, 2010).

As aves de produção comercial apresentam ao longo de suas vidas duas fases distintas em relação à regulação térmica corporal. Na primeira delas as aves são sensíveis ao frio, sendo que a temperatura efetiva do ambiente não deve estar abaixo de 32 °C, 30 °C e 28°C, na primeira, segunda e terceira semana de vida, respectivamente. Com o decorrer do tempo as aves diminuem sua exigência térmica em aproximadamente 3 °C por semana. Por outro lado, na segunda fase as aves são sensíveis ao calor, por isso da sexta semana de vida em diante a temperatura do ambiente deve ser igual ou inferior a 22 °C, valor este que se encontra próximo ao limite

superior da faixa de conforto térmico (SILVA et al., 2005; BROSSI et al., 2009; RABELLO, 2008; SILVA & VIEIRA, 2010; TEIXEIRA & ABREU, 2011).

No período de 1 a 21 dias de idade, as aves ainda não possuem seu sistema termorregulatório amadurecido nem reserva energética suficiente para se adaptarem às condições adversas do ambiente térmico. Por esse motivo são menos resistentes a condições ambientais diferentes daquelas das suas zonas de termoneutralidade, apresentando redução no seu crescimento devido a ajustes metabólicos e endócrinos em resposta ao ambiente térmico, além de altos índices de mortalidade, quando submetidas a algum tipo de estresse higrotérmico (PONCIANO, 2011). De acordo com Macari et al. (2004), na produção de frangos de corte, a fase inicial é crítica. Variações bruscas na temperatura durante esse período podem propiciar o aparecimento da Síndrome de Hipertensão Pulmonar (ascite).

Para a fase adulta das aves, tem-se o limite inferior da zona de conforto geralmente em torno de 12 °C, ou seja, 30 °C abaixo de sua temperatura corporal. Já o limite superior é de 47 °C, isto é, com apenas 5 °C acima da temperatura basal das aves, a temperatura ambiente já se torna potencialmente letal, dependendo do tempo de permanência em situação de estresse calórico. Diante disso, conclui-se que as aves adultas possuem maior resistência ao frio do que ao calor (BAIÃO, 1995).

Visando identificar as zonas térmicas ideais para cada idade de frangos de corte, Cassuce et al. (2011), avaliaram em câmaras climáticas o desempenho zootécnico e bem-estar animal, concluindo que as aves mantidas em condições de “moderado estresse por frio” (T30-27-24; primeira semana 30°C, segunda semana 27°C, terceira semana 24°C) até 21 dias de idade, apresentaram melhor desempenho zootécnico, o que confirma que os índices até então utilizados estavam equivocados.

As aves trocam calor com o ambiente por meio de quatro vias principais: radiação, condução, convecção (não evaporativas) e evaporação, que constitui um dos mais importantes mecanismos latentes de transferência térmica utilizados pelos animais (SILVA, 2008). Quando a temperatura do ar está em níveis próximos a 21°C, a ave perde até 75% de calor por meios sensíveis: radiação, condução e convecção. Porém, quando a temperatura ambiental se aproxima da temperatura superficial corporal das aves, a ausência de glândulas sudoríparas faz com que as perdas de calor passem a ser por meios latentes através da respiração ofegante (NASCIMENTO & SILVA, 2010; SOUSA JUNIOR, 2012).

Redução no ganho de peso e no consumo de ração foram observados por Toledo et al. (2007) ao submeter frangos de corte de 1 a 11 dias de idade a temperaturas

ambientais máximas e mínimas de 29,0°C e 21,2°C, respectivamente. Oliveira et al. (2006), estudando o efeito do estresse por calor em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, observaram redução de 14% no consumo de ração das aves mantidas em ambientes com altas temperaturas.

Com o aumento da temperatura ambiental tem-se aumento na frequência respiratória e como consequência direta disso ocorre o distúrbio do equilíbrio ácido-base da ave. A hiperventilação gerada pelo aumento da frequência respiratória resulta em grande eliminação de CO₂, o qual reage com água formando ácido carbônico que é responsável pelo tamponamento do pH sanguíneo. Com a diminuição da concentração do CO₂ ocorre conseqüentemente a diminuição da concentração do ácido carbônico (H₂CO₃) levando à alcalose (aumento do pH sanguíneo) (FURLAN et al., 2005). Borges et al. (2003) representaram esquematicamente o que ocorre quando a ave é submetida ao estresse por calor, conforme apresentado na Figura 01.

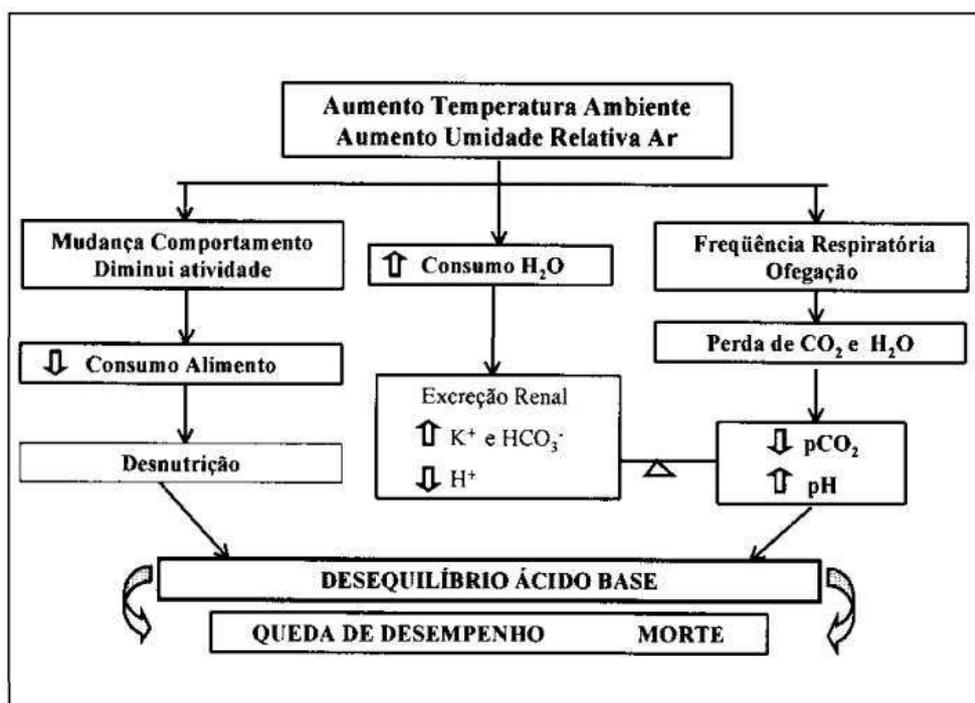


Figura 1. Esquema representando as respostas fisiológicas das aves ao estresse calórico.
Fonte: Borges et al., (2003)

A alcalose aumenta a secreção renal de K⁺, diminuindo a sua concentração no plasma, resultando em queda no desempenho, visto que o K⁺ está envolvido na condução nervosa, excitação e síntese de proteínas (BORGES et al., 2003).

2.3. A cama aviária

Na avicultura comercial o sistema de criação de frangos de corte sobre camas tem sido a única forma de criação de frangos no Brasil. A cama aviária é todo material

distribuído sobre o piso dos galpões de uso indispensável na criação comercial de frangos de corte, suas principais funções são servir de leito às aves, evitar o contato direto da ave com o piso, servir de substrato para absorção de água e urina, incorporação das fezes e penas e contribuir para redução das oscilações de temperatura no galpão, melhorando o conforto das aves de uma maneira em geral (PAGANINI, 2004). Diante disso, é desejável que a cama tenha alto poder de absorção, seja livre de contaminação, fácil disponibilidade e baixo custo, não apresente características tóxicas aos animais e possua uma umidade máxima de 20% (PERDOMO, 2001).

A produção avícola brasileira tem crescido ano após ano frente à demanda crescente por carne de frango. Diante de seus números expressivos a atividade vem acompanhada de problemas, sendo um deles o destino dos resíduos gerados na produção. Neste contexto, a cama de frango apresenta-se como o principal resíduo. De acordo com Konzen & Alvarenga (2000) são gerados aproximadamente 4 kg de dejetos por ave, por ano, na criação de frangos de corte.

Vários materiais são utilizados como cama: maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre vários outros materiais (GRIMES, 2004). Usualmente, o material deve encontrar-se espalhado uniformemente por toda a extensão do piso do aviário, onde as aves são condicionadas, atingindo de 5 a 8 cm no verão e 8 a 10 cm no inverno, independente do substrato formador da cama de aviário, (LANA, 2000). Uma boa escolha da cama contribui para diminuição da incidência de lesões em regiões como peito, articulações e coxim plantar das aves.

Outra característica que deve ser levada em conta no momento da escolha do material para confecção da cama é o tamanho das partículas constituintes, pois esta exercem influência direta na absorção de umidade e compactação da cama, assim como na geração de poeira quando muito fina, o que pode trazer problemas respiratórios e sanitários para as aves (VIEIRA, 2011). Além disso, as propriedades físicas e químicas permitem que a cama seja usada como adubo orgânico e biogás torna a sua utilização bastante atraente.

Na Zona da Mata de Minas Gerais é comum a utilização de casca de café como cama aviária, devido à sua disponibilidade na região. Segundo dados da CONAB (2014), a produção de café em Minas Gerais totalizou 22,6 milhões de sacas de café na safra 2014, sendo a região da Zona da Mata de Minas Gerais responsável pela produção de 5,3 milhões de sacas de café. No Brasil, ainda predomina o preparo do café por via seca, no qual não há separação da polpa, mucilagem e casca. Assim, a industrialização

deste produto resulta em proporções semelhantes de café beneficiado e casca. Bartholo et al., (1989), citam que considerando a relação de café beneficiado: casca de 1:1, a região da Zona da Mata de Minas Gerais gera em média 159,0 mil toneladas de casca de café,).

A produção de cascas de café ocorre, no Brasil, de maio a outubro, sendo sua maior concentração (75%) nos quatro primeiros meses do processamento (CAIELLI, 1984). Os usos mais viáveis das cascas são: combustível, carvão, ração para animais (de forma limitada) e adubo orgânico, principalmente quando usadas como cama para animais e misturadas com esterco (Santos, 2009).

Segundo Santos (2009) a casca de café apresenta teor de umidade médio de 38,0%, valor de pH médio de 7,8 e concentração de nitrogênio amoniacal médio de 4,19 g.kg⁻¹. Badocha et al.(2003) em estudos de caracterização da composição mineral de casca de café encontrou valores de concentração de nitrogênio total, cálcio, magnésio, e enxofre de 17,8 g.kg⁻¹; 4,1 g.kg⁻¹; 1,3 g.kg⁻¹; 1,5 g.kg⁻¹, respectivamente.

A composição química da cama de aviário é bastante variável e depende diretamente do material utilizado como substrato e do número de ciclos de reutilização da cama (TESSARO, 2011). A característica da cama exerce influência direta na qualidade do ambiente em um aviário, sendo que a umidade e as excretas interferem nessa condição. Não se pode controlar a quantidade de excretas produzidas e dessa forma, o avicultor deve monitorar o nível de umidade da cama para então adotar medidas que possam modificar o ambiente (MOUCHREK & JORGE, 2001).

Fatores como elevada temperatura, alta umidade do ar e emissão de amônia, podem determinar condições de estresse calórico e problemas respiratórios para as aves (FURLAN et al., 2000). De acordo com Oliveira et al. (2003), a utilização de densidades elevadas faz com que a temperatura do ambiente aumente, podendo as aves serem submetidas a condição de estresse térmico. Tal situação leva ao maior consumo de água e produção de excretas úmidas, o que implica em maior deposição de água na cama, podendo interferir no ambiente.

A reutilização da cama de frango em ciclos sucessivos de alojamento das aves tem sido uma prática cada vez mais comum no ramo da avicultura, visando diminuir custos com a aquisição de camas novas e aumentar a quantidade de nutrientes presentes na cama, para posterior utilização como fertilizante na agricultura. Com a falta de materiais para a forração do piso do aviário, a reutilização da cama se apresenta como uma importante forma do produtor economizar e tornar a atividade mais sustentável (SANTOS et al., 2005). Baptista et al. (2005), destacam que a cama pode ser reutilizada

até seis vezes sem que haja interferência na mortalidade, ganho de peso, consumo de ração, eficiência alimentar e qualidade das carcaças das aves. No entanto, esta prática deve ser realizada com certa cautela, uma vez que a reutilização pode levar a amônia produzida no interior dos galpões a altos níveis.

2.4. A cama aviária e a produção de amônia

O nitrogênio é um importante constituinte da cama aviária, que apresenta tendência a se elevar com a reutilização sucessiva da cama, podendo atingir um máximo após o quarto e quinto ciclo de criação das aves. Benedetti et. al. (2009), estudando a composição química da cama aviária de casca de café submetida a sucessivos ciclos de utilização, encontraram teores médios de nitrogênio total em torno de 6,7% ao final do quarto ciclo de utilização.

Amônia e nitratos são as duas formas químicas de nitrogênio mais comuns nos resíduos avícolas. O nitrato é a forma química do nitrogênio responsável pela maior parte das contaminações do lençol freático quando níveis excessivos de cama aviária são utilizados como adubo. O nitrato é solúvel em água e por isso transportado pela solução do solo às raízes das plantas e também ao lençol freático, onde pode contaminar as águas subterrâneas (ZHONGCHAO & ZHANG, 2004; PATTERSON et al.; ADRIZAL, 2005).

O íon amônio (NH_4^+) é a forma dominante de nitrogênio nas excretas de aves. Com a elevação dos valores de pH do meio e sob condições de umidade elevada o amônio é convertido em amônia (NH_3), fato que torna a amônia (NH_3) o gás mais nocivo produzido em galpões de frangos (CARLILE, 1984). Segundo Wathes et al. (1998) e Reece et al. (1980) os limites aceitáveis de concentração de NH_3 nos ambientes produtivos de frangos de corte devem ser inferiores a 25 ppm até a quarta semana de criação, sendo que à partir da quarta semana não podem exceder 50 ppm. Segundo Hernandez et al. (2002), é necessário realizar um controle rigoroso da amônia no ar dos galpões avícolas, principalmente em densidades elevadas e no período final de criação. Quando este gás é inalado em quantidade superior a 60 ppm, a ave fica predisposta a doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções posteriores às vacinações (SIMIONI JUNIOR. et al., 2009), redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas nas aves (GONZÁLES & SALDANHA, 2001).

Em torno de 60 a 80% do nitrogênio contido nas fezes dos frangos encontra-se sob formas orgânicas tais como proteínas e ácido úrico (KELLEHER et al. 2002).

Temperatura, umidade, pH e ventilação são condições importantes do meio que governam a mineralização das formas de nitrogênio contidas na cama aviária (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). A mineralização é constituída pelos processos de amonificação e nitrificação. No primeiro deles ocorre a transformação do nitrogênio orgânico em formas amoniacais: amônio (NH_4^+) e amônia (NH_3), tanto em condições anaeróbias quanto aeróbias. Já no seguinte ocorre a transformação do nitrogênio amoniacal em nitrato (NO_3^-), sendo este um processo estritamente aeróbio. Quando a cama de aviário apresenta alta umidade, o processo de amonificação é intensificado, ocorrendo perdas significativas de amônia para a atmosfera. Além disso, na predominância de ambiente anaeróbio, a nitrificação é bastante lenta.

A qualidade do ar nos sistemas avícolas está diretamente relacionada ao metabolismo dos animais, ao tipo de cama e ao número de reutilizações dessa. Dessa forma, a cama de frango influencia diretamente a produção de amônia (NH_3), poluente tóxico mais encontrado no interior das instalações avícolas, o qual causa danos a saúde e reduz a produtividade dos animais e dos trabalhadores (TINÔCO et al., 2004; OSÓRIO et al., 2009). A reutilização da cama pode levar a altos níveis de amônia no interior dos galpões, de 60 a 100 mg. L⁻¹, valores considerados acima do recomendado, que deve ser inferior a 20 mg. L⁻¹ (CARVALHO et al., 2011). Lott (2003), mencionou que níveis de amônia de 25 ppm ocasionaram perdas de peso de 90g. ave⁻¹ durante sete semanas de alojamento. Concentração de amônia superior a 60 ppm predispõe a doenças respiratórias, prejudicando tanto a saúde das aves como de seres humanos (KOERKAMP et al., 2000), acarretando sintomas agudos e crônicos como tosse, irritação nos olhos, fadiga, entre outros (DONHAM, 2000).

Pesquisadores tem avaliado o uso de aditivos com o objetivo de diminuir o pH da cama a valores inferiores a 7 e, conseqüentemente, diminuir a volatilização de amônia (NH_3). O Sulfato de alumínio é um dos mais difundidos para este fim. Ele é um sal de caráter ácido que produz 6 mols de H^+ quando em solução, o qual reage com o NH_3 para formar NH_4^+ , podendo este reagir com os íons de sulfato formando três mols de sulfato de amônio que é solúvel em água (MOORE et al., 2000).

2.5. Lesões no coxim plantar das aves

As patas dos frangos de corte são cada vez mais apreciadas e utilizadas para consumo humano. Diante disso, tem-se que o coxim plantar tornou-se um produto economicamente viável para a exportação, principalmente para a Ásia, onde as patas de

frango têm alto valor comercial. O aumento da demanda pelos mercados asiáticos fez da pata de frango uma importante commodity para a indústria de aves do Brasil, Estados Unidos e Europa. Porém, o valor de venda desse produto é significativamente reduzido se há diminuição do grau de qualidade devido às dermatites de contato ("calo de pé"). Dessa forma, o incentivo financeiro aos avicultores que apresentem lotes de frangos com bom rendimento de patas vem se tornando comuns. Patas isentas de inflamações e lesões necróticas também são características desejáveis, já que estas podem ir além da superfície plantar (BILGILI et al. 1999).

As lesões nas patas e peito dos frangos são um tipo de dermatite causada por contato sendo consequência direta da qualidade da cama utilizada, tamanho das aves, densidade de alojamento e programas de alimentação usados (PAGANINI, 2004; GREENE et al., 1985). Características da cama aviária como alta umidade, grande quantidade de fezes associadas a temperaturas elevadas do ambiente levam a maior incidência e severidade de lesões como calos de pés, uma vez que é propiciado um ambiente favorável ao crescimento de bactérias que podem contaminar a pele das aves. (ANGELO et al., 1997; JULIAN, 2004; MARTRENCAR et al., 1997). De acordo com Ekstrand et al. (1997) estas lesões podem ser desenvolvidas em menos de uma semana. Já na fase inicial, podem ser vistas descolorações na região plantar. Lesões mais profundas, como necroses da epiderme, podem ser vistas por análises histológicas. Em casos mais graves, as lesões podem evoluir para úlceras com reações inflamatórias (GREENE et al., 1985).

A pododermatite é uma das lesões mais comuns e ocorre com maior frequência na região plantar em frangos de corte, predominante em criações em alta densidade e em linhagens de crescimento rápido (TUCKER & WALKER, 1992). Ela se caracteriza por apresentar uma lesão plantar acastanhada, semelhante a uma queimadura, e possuir uma amplitude e profundidade variável, com um índice de incidência altamente irregular nos frangos (MARTRENCAR et al., 1997).

O contato prolongado com substâncias corrosivas presentes na cama aviária pode estar relacionado a presença de pododermatite no coxim plantar de frangos de corte. Estas substâncias provavelmente fazem parte do processo de deterioração da cama, no qual ocorre a geração de compostos amoniacais provenientes da degradação por bactérias do ácido úrico excretado pelas aves. Diante disso, o teor de umidade da cama é de grande importância, principalmente no aumento da atividade microbológica da cama. Por isso, alguns autores atribuíram a ocorrência das lesões de patas às

condições inadequadas da cama, especialmente o excesso de umidade (MARTLAND, 1984; GREENE et al., 1985; McILROY et al., 1987).

Estudos recentes com camas novas ou reutilizadas com diferentes graus de umidade mostram que o teor de umidade sozinho é capaz de iniciar o processo de formação da pododermatite. Santos (2009), analisando a influência na qualidade do coxim plantar de frangos de corte, criados em cama de casca de café tratada com diferentes condicionadores químicos, verificou que na fase inicial de criação dos frangos a cama reutilizada tratada com cal apresentou o maior número de aves com lesões no coxim plantar. Entretanto, não foi observada incidência de lesões nas aves sob cama nova de casca de café tratadas com superfosfato simples e cal hidratada. Já ao final da segunda fase de criação, a cama reutilizada sem adição de aditivos e a cama nova de casca de café tratada com superfosfato simples, determinaram a menor porcentagem de aves com lesão no coxim plantar. De acordo com Traldi et al. (2004), comparando cama nova e reutilizada quanto à ocorrência de lesões no coxim plantar das aves, concluíram que o grau de severidade de lesões no coxim plantar são maiores para os frangos criados sobre cama nova.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos adotados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Minas Gerais, Brasil, Protocolo n° 114 / 2013.

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido em cinco câmaras climáticas, com as dimensões de 2,4 x 3,3 x 2,5 m (respectivamente, altura, comprimento e largura) localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), da área de Construções Rurais e Ambiência do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais (Figura 2).

O município de Viçosa está localizado na latitude 20° 45' Sul e longitude 42° 52' Oeste, com altitude média de 712 m, e clima caracterizado por inverno frio e seco e verões quentes e úmidos de acordo com as normais climatológicas da região, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013).



Figura 2. Vista frontal do conjunto de câmaras climáticas pertencentes ao Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO).

Cada câmara climática é equipada com um aquecedor de ar de resistência elétrica (com 2.000 W de potência), um condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, de 12.000 BTU/h e um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 ml por hora. O aquecedor e o umidificador foram operados pelo controlador eletrônico MT- 531 R i plus de temperatura e umidade (temperatura de

controle -10 a 70.0°C, com resolução de 0,1°C; Umidade de controle 20 a 85% UR, com resolução de 0,1% UR).

A ventilação higiênica aplicada no interior das câmaras climáticas foi feita por meio de exaustores axiais, com acionamento automático, de forma a permitir, de 1 a 6 renovações de ar por hora durante todo o período experimental. As gaiolas possuem 0,5 m² de área (0,5m de largura x 1,0m de comprimento x 0,5m de altura), sendo avaliadas três unidades por câmara (Figura 3).

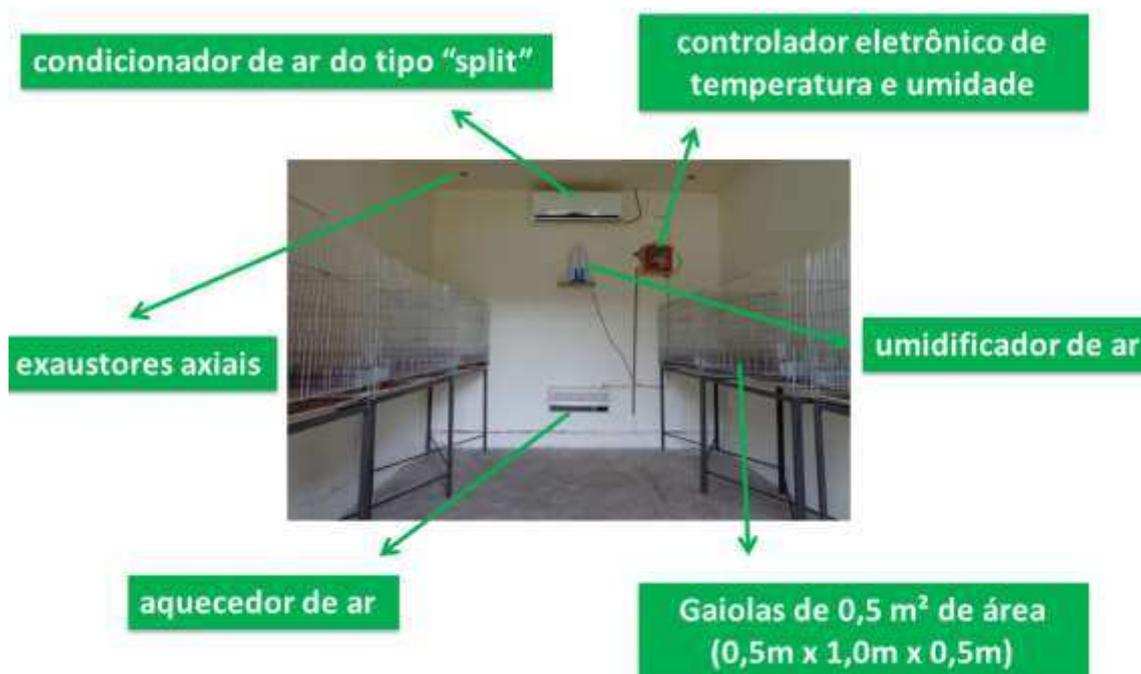


Figura 3. Vista do interior de uma das câmaras climáticas pertencentes ao AMBIAGRO/DEA-UFV.

A umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas, para todos os tratamentos, foi ajustada em 60%, por ser considerado valor adequado à produção avícola, independente da idade das aves, segundo algumas pesquisas (TINÔCO, 2001; TINÔCO, 2008 e MEDEIROS, 2005).

As aves ficaram sobre cama de casca de café com espessura de 10 centímetros com a finalidade de reproduzir o ambiente de campo ao longo do ciclo produtivo. A cama de frango misturada com os dejetos foi analisada no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

3.2 Fases experimentais

O experimento foi dividido em duas etapas, que corresponderam as duas diferentes fases da vida dos frangos de corte. A primeira etapa foi conduzida durante a fase inicial de criação dos frangos de corte, que corresponde às três primeiras semanas de vida dos animais. Ao longo do experimento as aves foram submetidas aos ambientes de estresse por Frio Brando (E1FB), Frio Moderado (E1FM) e Frio Severo (E1FS), Conforto Térmico segundo a literatura (C1TL) e Conforto térmico segundo Cassuse (C1TC) (2013).

A segunda fase foi realizada entre o início da 4ª semana até o final da 6ª semana de vida dos frangos de corte, na qual as aves foram submetidas aos ambientes de estresse por Calor Leve (E2CL), Calor Moderado (E2CM), Calor Acentuado (E2CA), Calor Severo (E2CS) e Conforto térmico preconizado por Cassuse (C2TC) (2013). Sendo que os índices 1 e 2 representam primeira e segunda fases de vida das aves, respectivamente.

A ração foi fornecida a vontade, sendo os comedouros abastecidos duas vezes ao dia, nos horários de 8:00 e 16:00 horas. Durante a primeira semana de vida das aves foi utilizado comedouro do tipo bandeja, e a partir da segunda semana comedouros do tipo calha. Os bebedouros utilizados durante 8 dias foram do tipo copo de pressão e posteriormente bebedouros nipple tipo taça, sendo abastecidos manualmente nos mesmos horários do abastecimento de ração.

Aos 19 dias de idade das aves, a concentração de amônia atingiu níveis elevados, o que acarreta problemas à saúde das aves, portanto para o controle da qualidade do ar houve a necessidade de adicionar sulfato de alumínio (Al_2SO_4) na proporção de 490 g/m², de acordo com Mc Ward & Taylor (2000), sendo este incorporado à cama, na camada de 0-10 cm de profundidade. Aos 28 dias de vida das aves a concentração de amônia atingiu novamente níveis elevados, sendo realizada uma nova adição de sulfato de alumínio na mesma proporção que a anterior.

3.3 Primeira etapa (1 a 21 dias de idade das aves)

Nessa etapa, foram utilizados 225 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb-vantress com peso médio de 45,36 gramas, um dia de vida e provenientes do matrizeiro e incubatório da empresa Pif-Paf Alimentos. Os frangos foram alojados na primeira semana em gaiolas com 15 aves cada e densidade inicial de 30 aves.m⁻², a qual foi reduzida a 18 aves.m⁻² aos 21 dias de idade das aves.

Cada câmara climática proporcionou diferente ambiente térmico ou diferente nível de temperatura, constituindo-se assim, os cinco tratamentos experimentais, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Temperaturas do ambiente (°C) nos diferentes tratamentos, em função da idade das aves

Tratamentos	Descrição	T(°C)	T(°C)	T(°C)
		1ª sem.	2ª sem.	3ª sem.
T1 – C1TC	Conforto Térmico Preconizado por Cassuce (2013)	30	27	24
T2 – C1TL	Conforto Térmico Segundo a Literatura	33	30	27
T3 – E1FS	Estresse por Frio Severo	21	18	15
T4 – E1FB	Estresse por Frio Brando	27	24	21
T5 – E1FM	Estresse por Frio Moderado	24	21	18

3.4 Segunda etapa (22 a 42 dias de idade das aves)

Nessa etapa, foram utilizadas 105 aves provenientes dos ambientes de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce e Conforto Térmico Segundo a Literatura, com densidade de 14 aves.m⁻², de acordo com a utilizada em campo. Cada câmara climática proporcionou diferentes ambientes térmicos, constituindo-se assim os cinco tratamentos descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperaturas do ambiente (°C) nos diferentes tratamentos, em função do horário e idade das aves

Tratamentos	Descrição	T(°C)	
		4ª sem. à 6ª sem	
		7:00 h às 19:00 h	19:00 h às 7:00 h
T1 – C2TC	Conforto Térmico Preconizado por Cassuce (2013)	25	25
T2 – E2CS	Estresse por Calor Severo	37	25
T3 – E2CA	Estresse por Calor Acentuado	34	25
T4 – E2CL	Estresse por Calor Leve	28	25
T5 – E2CM	Estresse por Calor Moderado	31	25

3.5 Coleta das amostras da cama de frango

A fim de se homogeneizar a mistura das excretas e da palha de café, a cama aviária foi revolvida duas vezes por semana, retirando-se os frangos das gaiolas para facilitar o manejo e retornando-os novamente para suas respectivas gaiolas após o revolvimento.

As amostras foram coletadas aos 7, 14, 18, 21, 28, 35 e 42 dias de idade dos frangos de corte. Para tanto, a cama aviária foi revolvida e posteriormente foi coletada uma amostra simples de cada uma das três gaiolas, totalizando assim três amostras por

tratamento. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel de 20 cm de largura por 30 cm de comprimento e, posteriormente levadas para análise em laboratório.

3.6 Avaliação das propriedades químicas e físicas da cama aviária

Para a avaliação das propriedades: fósforo total, potássio total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total Kjeldahl, carbono orgânico total, pH, foram utilizadas amostras previamente secas em estufas a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período de 48 horas.

3.6.1 Determinação do teor de umidade

A umidade da cama, para cada tratamento, foi determinada segundo metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002). As amostras foram pesadas inicialmente, submetidas a secagem em estufa de circulação forçada de ar a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período de 48 horas e pesadas novamente, determinando-se assim o teor de umidade, por diferença de peso.

3.6.2 Determinação do pH

Para a determinação dos valores de pH da cama foi utilizada a metodologia descrita por Camargo et al. (1980), que consistiu na adição de 40 mL de água destilada a 10 cm³ de amostra, resultando em uma proporção de 4:1 (água:cama). A mistura permaneceu em repouso por 30 minutos e, sendo posteriormente realizada a medição do pH usando o peagâmetro elétrico digital

3.6.3 Quantificação do carbono orgânico total

As concentrações de carbono orgânico total (COT) foram determinadas de acordo com metodologia proposta por Golueke (1977) citado por Azevedo (1993), na qual o carbono orgânico total é estimado pela razão entre os sólidos voláteis totais e o fator 1,8.

$$\text{COT} = \frac{\text{SVT}}{1,8}$$

O teor de sólidos voláteis totais foi determinado segundo recomendações de APHA (2012), pesando-se, em cadinho de porcelana, aproximadamente 3 gramas de cada amostra do material previamente seco em estufa, por 48 horas, a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ e triturado. O material pesado foi calcinado em mufla, a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$, por duas horas. Após este período, os

cadinhos contendo o material resfriaram e, posteriormente, foram pesados. O teor de sólidos voláteis foi obtido pela diferença de massa do material seco a 60 °C e o material calcinado a 550 °C.

3.6.4 Quantificação do NTK (Nitrogênio Total Kjeldahl)

Os teores de NTK foram determinados pelo método Kjeldahl, com digestão da amostra com ácido sulfúrico e posterior destilação em meio alcalino por arraste de vapor e titulação (APHA, 2012).

3.6.5 Quantificação do nitrogênio amoniacal

Para a determinação dos teores de nitrogênio amoniacal, também foi usado o método Kjeldahl, de acordo com o qual adiciona-se água destilada a amostra, faz-se a destilação em meio alcalino por arraste de vapor e em seguida procede-se a titulação (APHA, 2012).

3.6.6 Quantificação do fósforo e potássio

Os teores de fósforo total e de potássio total foram quantificados seguindo-se a metodologia descrita por APHA (2012), por meio da digestão nítrico-perclórica das amostras, com posterior determinação dos valores em espectrofotômetro digital, do fabricante Coleman, modelo 33-D para o fósforo e, fotômetro de chama do fabricante Analyser, modelo 900 para o potássio.

3.6.7 Relação C/N

A relação C/N foi calculada a partir da razão do teor de carbono orgânico total dividido pelo teor de nitrogênio total Kjeldahl.

3.7 Avaliação das lesões no coxim plantar das aves

As incidências de lesões de coxim plantar foram registradas em cinco aves em cada tratamento, apanhadas aleatoriamente em cada gaiola. Foi adotado o seguinte critério para o registro de escore de lesões: 0 = sem lesão; 1 = sem lesão externa, porém inflamado ou queimado; 2 = lesão externa (ulceração ou calo), de acordo com a metodologia descrita por Angelo et al. (1997) citado por Santos (2009). A leitura dos escores foi realizada a cada semana durante todo o período experimental (Figura 4).



Figura 4. Visualização das incidências de escore lesões de coxim plantar no frango de corte. (a) Lesão 0; (b) Lesão 1; (c) Lesão 2.

Fonte: Santos, 2009.

3.8 Temperatura da superfície da cama

Foram coletados os dados de temperatura superficial da cama em três pontos de cada gaiola com frequência de três vezes por semana no período da tarde, utilizando-se para tanto o sensor infravermelho, Testo 830 T1 - Infrared Thermometer com resolução de $\pm 1^\circ\text{C}$, precisão $\pm 1,5^\circ\text{C}$ ou 1,5% do vm (0,1 a 400°C) $\pm 2^\circ\text{C}$ ou $\pm 2\%$ do vm (-30 a 0°C) e faixa de medição -30°C a $+ 400^\circ\text{C}$.

3.9 Análises estatísticas

Para o estudo das variáveis umidade base úmida (UBU), fósforo (P), potássio (K), pH, nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrogênio amoniacal (NAM), relação carbono/nitrogênio (C/N), carbono orgânico total (COT) e temperatura superficial da cama (TEMP), que correspondem às características da cama, utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso com três repetições em cada câmara climática, em esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator de parcela o tratamento (C1TC, C1TL, E1FS, E1FB, E1FM, C2TC, E2CS, E2CA, E2CL, E2CM) e o de sub-parcela os períodos (antes do alojamento das aves, aos 7, 14, 18, 21, 28, 35 e 42 dias após o alojamento das aves).

Para todas as análises mencionadas, utilizou-se o teste F (ANOVA) para verificar a existência de efeitos significativos dos fatores e das interações entre eles, e se constatada tal significância, foi realizado o desdobramento da interação comparando o efeito das condições térmicas dentro de cada período analisado, as médias dos fatores foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação das características da cama de casca de café ao longo do experimento

Os resumos das análises de variância das características umidade base úmida, fósforo, potássio, pH, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, relação C/N, carbono orgânico total e temperatura superficial da cama, para as três primeiras e três últimas semanas de vida das aves encontram-se apresentado nas Tabelas 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

Tabela 3. Resumo da análise de variância (ANOVA), das características (UBU, P, K, pH, NTK, NAM, C/N, COT, TEMP) analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos aplicados ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Fator de variação	GL	Quadrados médios							
		UBU (%)	NT (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	pH	NAM (g/kg)	C/N	COT (%)
Tratamento	4	42,47*	12,01*	0,24	10,32*	0,43*	0,36	4,38*	0,49
Resíduo A	8	35,06	4,42	0,17	1,3	0,09	0,44	0,93	0,10
Período	3	3110,98*	813,29*	33,92*	485,33*	6,96*	45,25*	394,43*	4,81*
Trat*Período	12	15,88	15,87*	0,49*	4,36*	0,11*	0,43*	4,21*	0,07
Resíduo B	32	9,44	1,96	0,17	1,01	0,02	0,17	0,53	0,07
Total	59								

*Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 4. Resumo da análise de variância (ANOVA), das características (UBU, P, K, pH, NTK, NAM, C/N, COT) analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Fator de variação	GL	Quadrados médios							
		UBU (%)	NT (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	pH	NAM (g/kg)	C/N	COT (%)
Tratamento	4	65,06*	5,80	1,81*	9,94	0,10	11,47*	0,62	5,44
Resíduo A	8	53,12	5,33	1,10	6,91	0,07	3,87	1,05	7,11
Período	3	259,04*	777,97*	38,18*	27,21*	5,47*	168,49*	56,61*	48,20*
Trat*Período	12	23,92	8,44	0,36	2,89	0,02	3,90	0,48	3,68
Resíduo B	27	18,48	7,85	0,26	4,09	0,14	2,68	0,99	4,68
Total	54								

*Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 5. Resumo da análise de variância (ANOVA), das temperaturas analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos ao longo das três primeiras de vida das aves

Fator de variação	GL	Quadrado médio
		TEMP (°C)
Tratamento	4	124,10*
Resíduo A	8	0,46
Período	2	13,39*
Tratamento*Período	8	2,54*
Resíduo B	22	0,59
Total	44	

*Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 6. Resumo da análise de variância (ANOVA), das temperaturas analisadas na cama aviária em função dos cinco tratamentos ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Fator de variação	GL	Quadrado médio
		TEMP (°C)
Tratamento	4	24,06*
Resíduo A	8	1,62
Período	2	19,44*
Tratamento*Período	8	4,59*
Resíduo B	20	0,95
Total	42	

*Significativo a 5% de probabilidade

Como esperado, foi verificado efeito significativo do fator tempo (período) para todas as variáveis resposta. Isto se deve principalmente ao fato de que a cama de casca de café não foi removida ao longo do experimento e, portanto, todas as características avaliadas em um determinado dia teve influência do efeito cumulativo do intervalo de tempo anterior, não sendo necessário realizar desdobramento e verificar o efeito de cada intervalo de tempo nas variáveis resposta.

Observou-se efeito significativo das diferentes condições de ambiente térmico para as variáveis resposta potássio (K), pH, nitrogênio total Kjeldahl (NTK), umidade base úmida (UBU), relação Carbono/Nitrogênio (C/N) e temperatura superficial da cama (TEMP) durante as três primeiras semanas de vida das aves. O resultado do teste de médias para essas variáveis está apresentado na Tabela 7. Já nas três últimas semanas de vida das aves foi observado efeito significativo das diferentes condições de ambiente térmico para as variáveis resposta umidade base úmida (UBU), potássio (P), nitrogênio amoniacal (NAT) e temperatura superficial da cama (TEMP). O resultado do teste de

médias para essas variáveis está apresentado na Tabela 7. As médias destas variáveis foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7 – Valores médios de NT, K, UBU, C/N e TEMP da cama de aviário submetida aos diferentes tratamentos ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Condição térmica	NT (g/kg)	K (g/kg)	UBU (%)	C/N	TEMP (°C)	pH
C1TC	31,28 a	32,21 a	29,90 a	16,72 a	28,48 a	7,34 a
C1TL	29,27 a	31,86 a	27,59 a	17,73 a	28,92 a	7,46 a
E1FS	30,64 a	30,36 a	28,49 a	17,11 a	22,52 b	7,00 a
E1FB	31,21 a	31,70 a	27,58 a	16,80 a	26,68 d	7,07 a
E1FM	29,27 a	30,17 a	24,76 a	18,11 a	24,03 c	7,19 a

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Valores médios de UBU, P, NAT e TEMP da cama de aviário submetida os diferentes tratamentos ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Condição térmica	UBU (%)	P (g/kg)	NAT (g/kg)	TEMP (°C)
C2TC	48,31 a	7,81 a	11,40 a	30,97 a
E2CS	42,73 a	6,48 a	12,54 a	34,74 a
E2CA	43,81 a	6,98 a	12,47 a	34,73 a
E2CL	46,36 a	7,64 a	11,12 a	30,95 a
E2CM	45,04 a	7,78 a	11,57 a	33,31 a

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA = Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar do efeito significativo identificado na análise de variância, como observado na Tabela 7 e 8, as médias de K, de UBU, de C/N, de P, de NAT e de NT não diferiram estatisticamente. Para a variável TEMP, houve diferença estatística entre os ambientes, durante as três primeiras semanas de vida das aves, apresentando as mesmas valores próximos aos da temperatura efetiva da respectiva câmara (TABELA 7).

Foi observado efeito significativo da interação entre os fatores condição de ambiente térmico (tratamento) e período após o alojamento das aves para as variáveis pH, K, P, NT, NAM, C/N e TEMP durante as três primeiras semanas de vida das aves. Já para as últimas semanas de vida das aves foi observado efeito significativo da interação entre os fatores condição de ambiente térmico e período após o alojamento das aves somente para a variável temperatura superficial da cama.

Para estas variáveis, foi feito o desdobramento da interação e testadas as médias dentro de cada intervalo de tempo por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.1.1. Variação das características químicas (fósforo total, potássio total, nitrogênio total Kjeldahl e carbono orgânico total) na cama de frangos submetidos a diferentes temperaturas ao longo do experimento

4.1.1.1. Fósforo total

Na Tabela 9 são apresentados os valores médios da concentração de fósforo total (g.kg^{-1}) na cama de casca de café ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. As concentrações de fósforo em todos os ambientes aumentaram ao longo do tempo, com valores médios iniciais de $1,15 \text{ g.kg}^{-1}$ e finais de $4,74 \text{ g.kg}^{-1}$. Aos 18 dias de experimento a maior concentração de fósforo foi encontrada na cama aviária submetida aos ambientes Conforto Térmico Segundo a Literatura (C1TL) e Frio Severo (E1FS), $5,15 \text{ g.kg}^{-1}$, seguido pelos ambientes Frio Brando (E1FB), Frio Moderado (E1FM) e Conforto térmico preconizado por Cassuce (C1TC), com valores médios de 4,73; de 4,43; e de $4,25 \text{ g.kg}^{-1}$ respectivamente, porém estes valores não se diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 – Valores médios de três avaliações para concentração de fósforo total da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	Fósforo (g.kg^{-1})			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
C1TC	1,15	2,89 ab	3,59 ab	4,25 a
C1TL	1,15	3,28 ab	3,37 ab	5,15 a
E1FS	1,15	2,94 ab	3,91 ab	5,15 a
E1FB	1,15	3,68 b	3,11 a	4,73 a
E1FM	1,15	2,34 a	4,07 b	4,43 a
Média	1,15	3,02	3,61	4,74

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 5, está apresentada a variação da concentração de fósforo em função do estágio de criação dos frangos de corte. De acordo com as equações ajustadas, verifica-se que a concentração o teor de fósforo apresentou variação polinomial para o ambiente térmico Frio Moderado e exponencial para os ambientes térmicos de s Conforto térmico preconizado por Cassuce, Conforto Térmico Segundo a Literatura, Frio Severo e Frio Brando.

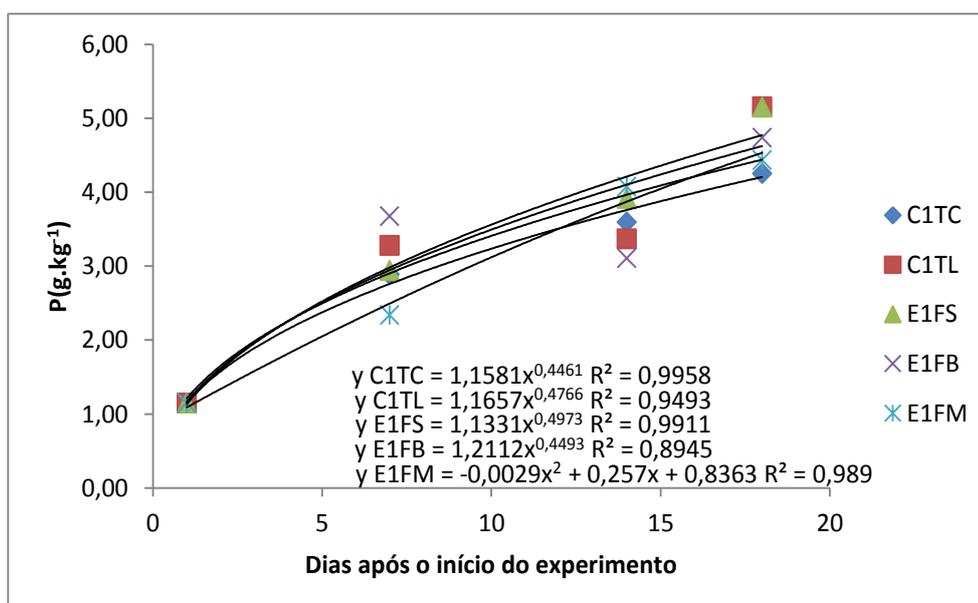


Figura 5. Valores médios de concentração de fósforo na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; FA= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado.

Segundo Nicholson et al. (1996), as excretas de frango de corte possuem uma concentração média de fósforo em torno de 18 g.kg^{-1} , o que indica que há possibilidade de aumento dos valores de P total da cama até aproximadamente 20 g.kg^{-1} ainda no primeiro ciclo de utilização da cama. Benedetti et al. (2009), por exemplo, estudando a composição química da cama de frango provenientes de casca de café submetida a ciclos sucessivos de criação, encontraram valores médios de P total em torno de 21 g.kg^{-1} para o primeiro ciclo de criação dos frangos de corte (três primeiras semanas de vida).

Isto se deve ao fato de que, entre os minerais exigidos pelas aves, o fósforo e o cálcio são os mais importantes, por serem necessários não apenas para otimizar a taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea. Sendo assim, na formulação das rações para atender as diferentes fases busca-se adicionar ingredientes que forneçam esse mineral. Isso faz com que esses minerais sejam eliminado nas excretas (Laurentiz et al.,2009).

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios da concentração de fósforo total (g.kg^{-1}) na cama de casca de café ao longo das três últimas semanas de vida das aves. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade não sendo constatada diferença estatísticas entre as médias.

Tabela 10 – Valores médios de fósforo da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Tratamentos	Fósforo total (g.kg ⁻¹)			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	5,6 a	7,8 a	7,8 a	10,0 a
E2CS	4,7 a	7,4 a	6,7 a	8,4 a
E2CA	4,8 a	7,4 a	7,9 a	9,1 a
E2CL	5,2 a	7,6 a	8,2 a	9,4 a
E2CM	5,1 a	8,0 a	8,3 a	10,7 a
Média	5,1	7,7	7,8	9,5

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na figura 6 está apresentada a variação de fósforo total ao longo das três últimas semanas de vida das aves.

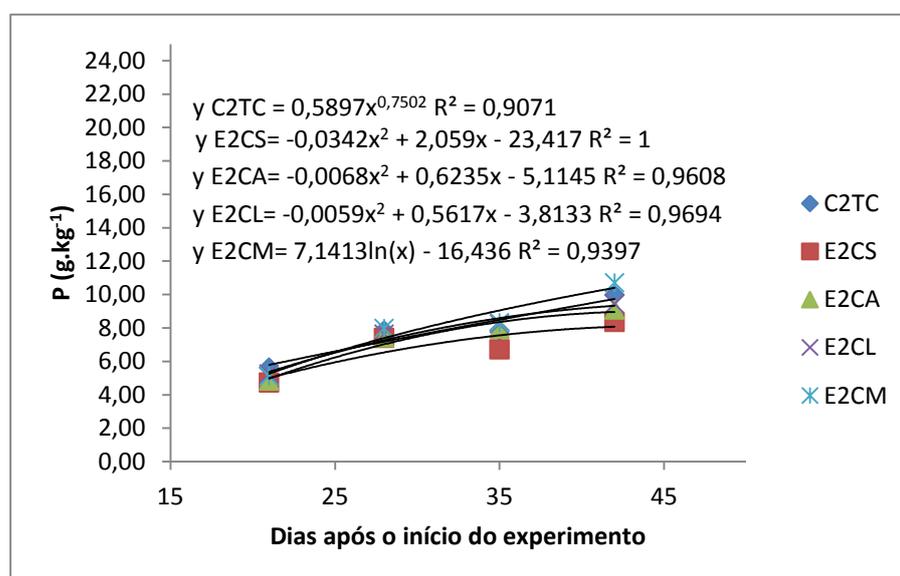


Figura 6. Valores médios de concentração de fósforo na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado

Para as três últimas semanas de vida das aves, pode-se observar que o modelo potencial para o ambiente de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce, o logarítmico para o ambiente de Calor Moderado e o polinomial para os ambientes térmicos de Calor Severo, Calor Acentuado e Calor Leve foram os que apresentaram melhor ajuste ao incremento nos valores de fósforo na cama aviária.

Houve incremento médio de fósforo na cama de 4,4 g.kg⁻¹ entre 21 e 42 dias de idade dos frangos de corte. No ambiente de Calor Moderado observou-se maior incremento médio, 5,6 g.kg⁻¹, já o ambiente de Calor Severo observou-se menor incremento médio, 3,7 g.kg⁻¹.

A concentração média de fósforo total na cama determinada aos 42 dias de vida dos frangos foi de $9,5 \text{ g.kg}^{-1}$, valores abaixo dos encontrados por Fialho et al. (1984) e Perdomo (1998), ambos citados por Leme et al. (2000), os quais sugerem valores de 19 g.kg^{-1} e de 16 g.kg^{-1} , respectivamente, para cama de frango. Já Ihnat e Fernandes (1996) descrevem o teor médio de fósforo nas excretas de frangos como sendo de 41 g.kg^{-1} para um ciclo de produção.

De acordo com Belay & Teeter (1996), as aves submetidas a condições de ambiente térmico com temperaturas mais elevadas excretam maior quantidade de fósforo, potássio, sódio, magnésio, enxofre, cobre, manganês e zinco em comparação com aves em ambiente de conforto térmico (24°C). Segundo Pastore e Oliveira (2013), em temperaturas mais elevadas as aves aumentam sua ingestão de água, o que pode contribuir para a redução da digestibilidade dos nutrientes, visto que a taxa de passagem da digesta aumenta. Outro fator que pode provocar aumento no teor de fósforo na cama aviária é a excreção de fósforo “fítico” pelas aves, que é uma forma de fósforo vindo dos ingredientes da ração (milho, soja) mais difícil de ser absorvido pelo metabolismo das aves.

4.1.1.2. Potássio total

Como pode ser observado na Tabela 11, as concentrações de potássio total aumentaram significativamente na primeira semana, porém permaneceram constantes com o passar das três primeiras semanas de vida das aves. Aos 7 dias de experimento a cama aviária apresentou valores médios de $33,19 \text{ g.kg}^{-1}$, aumento de aproximadamente 10 g.kg^{-1} em relação ao teor de potássio inicial da palha de café (cama nova). Já aos 14 dias de experimento as concentrações médias foram de $34,27 \text{ g.kg}^{-1}$, aumento de apenas $1,08 \text{ g.kg}^{-1}$ comparado à semana anterior. Aos 18 dias de experimento foi observado acréscimo de apenas $0,52 \text{ g.kg}^{-1}$ em relação aos 14 dias de criação dos frangos. Foram ajustados modelos para descrever o incremento nas concentrações de potássio no decorrer das três primeiras semanas de vida das aves, sendo que o modelo polinomial apresentou melhor ajuste para os ambientes térmicos s de Conforto térmico preconizado por Cassuce, Conforto Térmico Segundo a Literatura, Frio Severo, Frio Moderado e o modelo exponencial apresentou melhor ajuste para o ambiente de Frio Brando (Figura 7).

Tabela 11 – Valores médios de concentração de potássio na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	Potássio (g.kg ⁻¹)			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
C1TC	22,79	35,87 a	34,42 a	35,75 a
C1TL	22,79	33,54 ac	35,45 a	35,67 a
E1FS	22,79	31,84 bc	33,78 a	33,02 b
E1FB	22,79	34,71 a	33,45 a	35,83 a
E1FM	22,79	29,98 b	34,25 a	33,68 ab
Média	22,79	33,19	34,27	34,79

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

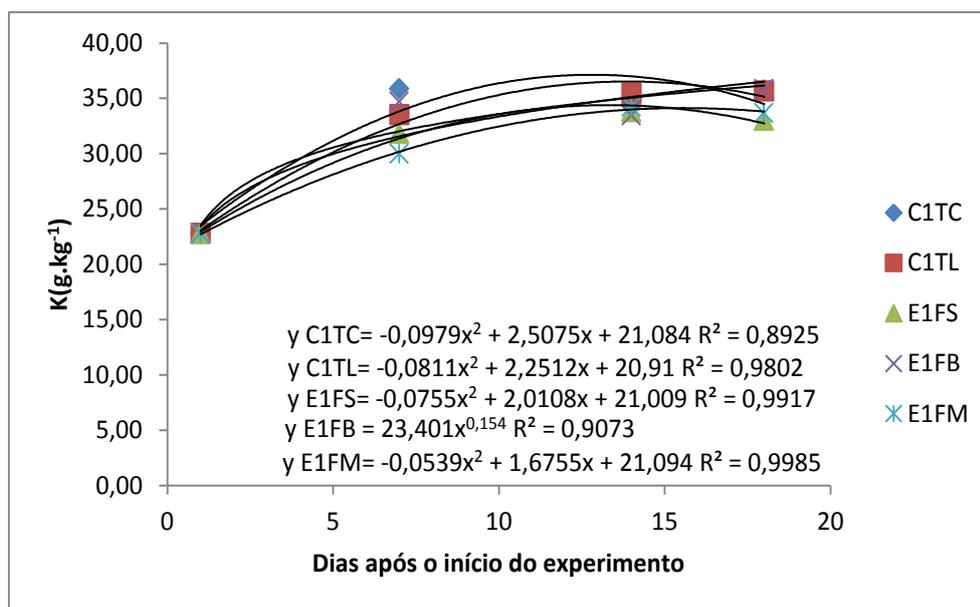


Figura 7. Valores médios de concentração de potássio na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; FA= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado

Os valores médios de concentração média de potássio total para as três últimas semanas de vida das aves encontram-se apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Valores médios de concentração de potássio da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Tratamentos	Potássio total (g.kg ⁻¹)			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	34,2 a	36,1 a	34,1 a	33,8 a
E2CS	34,9 a	37,3 a	33,9 a	35,4 a
E2CA	33,7 a	35,8 a	34,4 a	34,7 a
E2CL	34,9 a	35,0 a	30,5 a	31,1 a
E2CM	33,5 a	36,0 a	31,3 a	32,9 a
Média	34,2	36,0	32,9	33,6

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi encontrado no presente estudo concentração média de 34,79 g.kg⁻¹ de potássio total aos 18 dias de criação de frangos. Segundo Benedetti et al. (2009) a cama aviária de casca de café possui teor médio de 44 g.kg⁻¹ aos 42 dias de criação de frangos de corte.

Analisando-se todo o período de criação das aves, esperava-se no presente estudo que as camas dos ambientes térmicos de Conforto térmico preconizado por Cassuce e Segundo a Literatura apresentassem maiores teores de potássio total, devido ao fato de as temperaturas terem sido mais elevadas do que nos demais, pois segundo Borges (2003) temperaturas altas provocam aumento no consumo de água pelas aves, o que acarreta em maior excreção de K⁺. Porém isso não foi observado já que as médias não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 11). Muito provável que este fato ocorreu devido ao desperdício de ração, que possui em sua composição concentrações de potássio, pelos frangos. Fazendo com o ambiente térmico com temperaturas mais baixas apresentasse maior teor de potássio total na cama aviária.

Foram ajustados modelos para descrever a variação da concentração de potássio ao longo das três últimas semanas de vida das aves. Por meio dos modelos ajustados, observou-se que o incremento do teor de potássio apresentou variação polinomial para todos os ambientes (Figura 8).

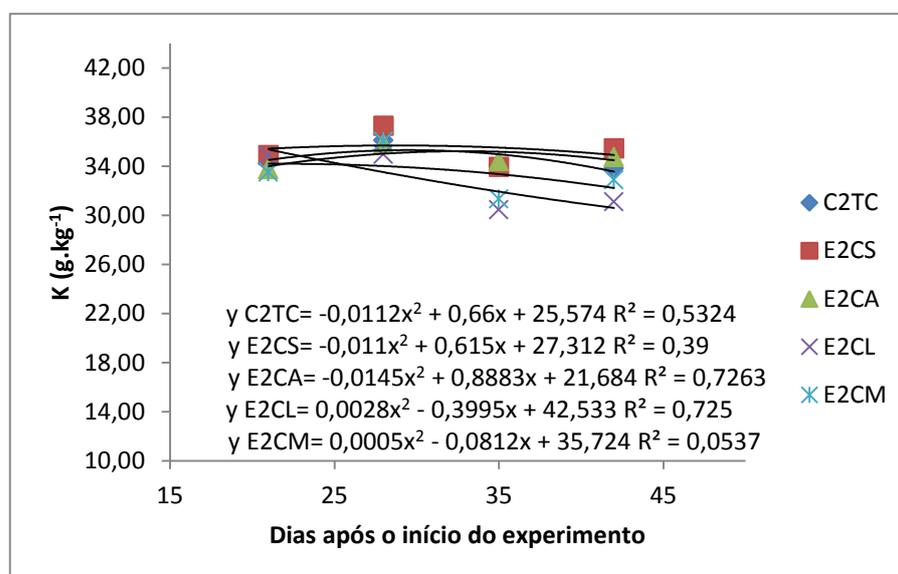


Figura 8. Valores médios de concentração de potássio na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado

Não foi observada diferença estatística entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (TABELA 12), porém as camas submetidas aos ambientes térmicos Calor Severo e Calor Acentuado apresentaram concentrações de potássio mais elevada, isto se deve ao fato do estresse calórico provocar nas aves o aumento da excreção de potássio (LEESON, 1986; SMITH & TEETER, 1987; BELAY & TEETER, 1996).

4.1.1.3. Nitrogênio total Kjeldahl

Na Tabela 13 são apresentados os valores médios das concentrações de NTK da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. A palha de café apresentou valor inicial de NT de 20,12 g.kg⁻¹. Pode-se observar que, aos 7 dias, os valores de NTK aumentaram em média 55,7% em relação ao teor inicial, sendo que os ambientes C1TC e E1FB obtiveram as maiores médias. Aos 14 e aos 18 dias houve incremento menor no teor de NT, de 2,5 e de 17,3% respectivamente, em relação aos anteriores. Aos 14 dias os ambientes C1TC e E1FS apresentaram as maiores médias.

Tabela 13 – Valores médios de concentração de NTK na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	Nitrogênio total Kjeldahl (g.kg ⁻¹)			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
C1TC	20,12	32,70 ab	33,73 a	38,58 a
C1TL	20,12	31,29 a	29,81 a	35,33 ab
E1FS	20,12	30,75 a	33,91 a	37,79 ab
E1FB	20,12	36,17 b	31,94 a	36,61 ab
E1FM	20,12	25,77 c	31,16 a	40,05 b
Média	20,12	31,33	32,11	37,67

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Por meio de modelos ajustados para descrever a variação da concentração de NTK na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves, pode-se observar que o incremento nos valores de NTK apresentou ajuste quadrático para os ambientes térmicos de Conforto térmico preconizado por Cassuce, Frio Brando, exponencial para o ambiente de Frio Moderado e em forma de potência para os ambientes térmicos de Conforto Térmico Segundo a Literatura e Frio Severo (Figura 9).

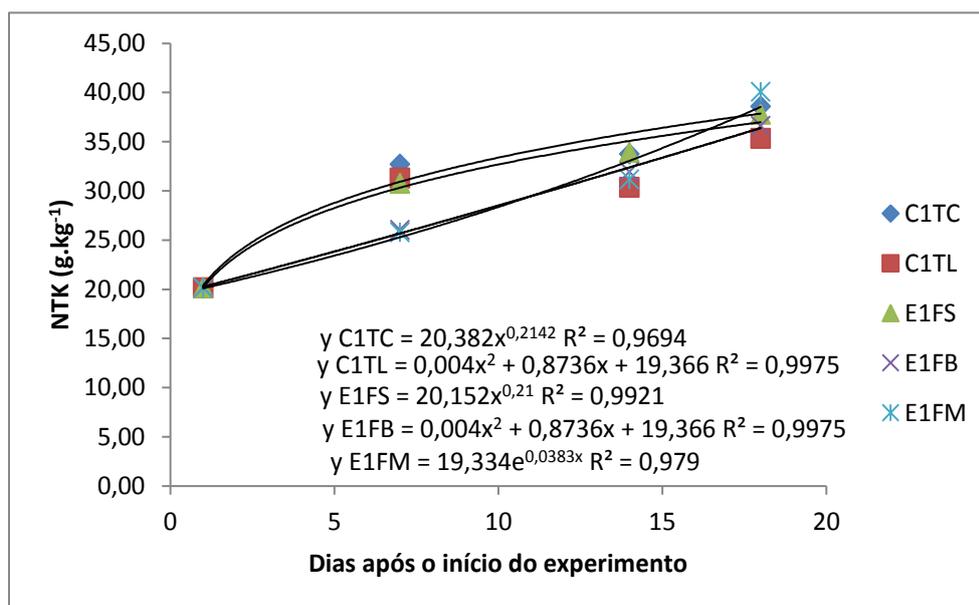


Figura 9. Valores médios da concentração de NTK na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; FA= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado

Zapata (2011) ao estudar as características de cama de frango de maravalha e casca de café encontrou valores de concentração de NTK de 20 g.kg⁻¹ para cama de casca de café e 17 g.kg⁻¹ para cama composta por maravalha para 42 dias de idade de frangos de corte, valor inferior ao encontrado no presente trabalho para cama de frango de casca de café aos 18 dias de idade dos frangos. Tal diferença possivelmente está

relacionada à qualidade da casca de café utilizada, ao número de ciclos de uso, e também às distintas idades das aves empregadas nos dois estudos.

Muito embora não tenha sido evidenciado estatisticamente, no presente estudo observou-se que os ambientes nos quais as aves estavam submetidas a temperaturas mais baixas apresentaram maior conteúdo de NTK na cama. Com a diminuição da temperatura do ambiente as aves aumentam a ingestão de nitrogênio em função do aumento no consumo de ração, resultando assim em maiores quantidades de nitrogênio excretadas (FARIA FILHO et al., 2007).

A cama aviária apresentou concentração média de 36,3 g.kg⁻¹ aos 21 dias de idade dos frangos de corte, tendo incremento médio de 17,9 g.kg⁻¹ no seu valor aos 42 dias de idade dos frangos (Tabela 14). Ao final do experimento a cama aviária onde os frangos estavam submetidos ao ambiente de Calor Severo apresentou maior concentração de nitrogênio total, 59,5 g.kg⁻¹, menor concentração foi encontrada na cama onde os frangos estavam submetidos ao ambiente de Calor Moderado, 50,0 g.kg⁻¹. As médias foram comparadas pelo de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, não sendo observada diferença estatística entre elas.

Tabela 14– Valores médios de concentração de NTK da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Tratamentos	Nitrogênio total Kjeldahl (g.kg ⁻¹)			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	36,4 a	38,1 a	47,7 a	53,8 a
E2CS	35,5 a	40,6 a	47,2 a	59,5 a
E2CA	37,6 a	40,5 a	49,8 a	54,5 a
E2CL	35,2 a	39,2 a	52,0 a	53,3 a
E2CM	36,6 a	39,6 a	49,4 a	50,0 a
Média	36,3	39,6	49,2	54,2

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Por meio de modelos ajustados para descrever a variação da concentração de NTK ao longo das três últimas semanas, pode-se observar que para o tratamento Calor Leve foi ajustado o modelo potencial e para os ambientes de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce, Calor Severo, Calor Acentuado e Calor Moderado foram ajustados os polinomiais. (Figura 10).

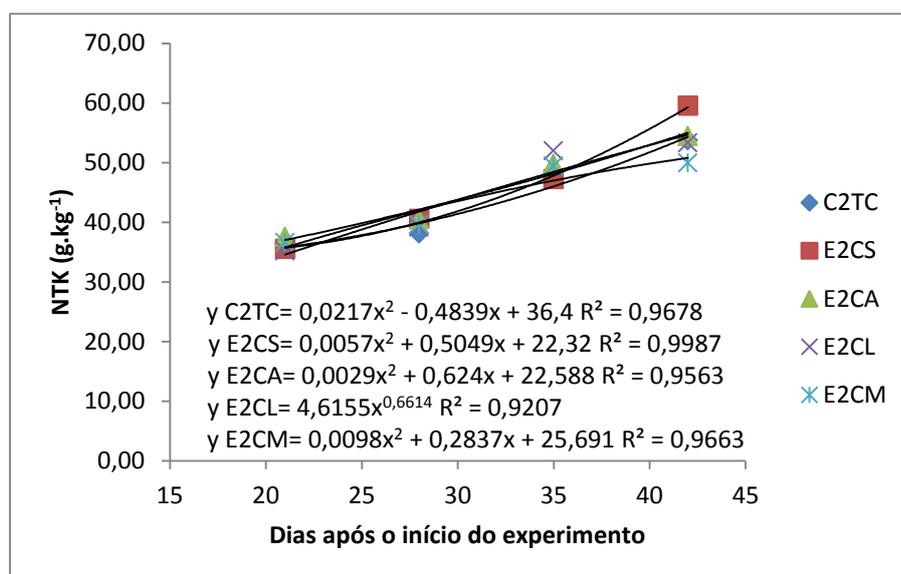


Figura 10. Valores médios de concentração de NTK na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado

As maiores concentrações de NTK nos ambientes de Calor Severo e Calor Acentuado, não eram esperados, visto que, as aves submetidas a temperaturas mais elevadas normalmente diminuem o consumo de ração, e conseqüentemente a ingestão de nitrogênio, no entanto, existem pesquisas que comprovam que aves submetidas a estresse por calor não diminuem somente o consumo de alimento. Bonnet et al. (1997) realizaram experimento de desempenho e ensaio metabólico com frangos de 38 a 42 dias de idade criados em temperatura elevada (32°C) e temperatura termoneutra (22°C), alimentados à vontade e com alimentação controlada. Os autores também identificaram que as aves criadas em temperatura termoneutra com restrição alimentar obtiveram melhor retenção de nitrogênio e maior energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio. O que explica a maior concentração de nitrogênio em temperaturas mais elevadas.

Zapata (2011) ao estudar as características de cama de frango casca de café sob diferentes reusos encontrou concentração de NTK e 20,0 g.kg⁻¹. Benedetti et al. (2009) encontrou teor médio de 47 g.kg⁻¹ de nitrogênio na cama de frango de casca de café durante o primeiro lote de criação de frangos. Valores médios superiores a estes foram encontrados no presente trabalho, 54,2 g.kg⁻¹.

4.1.1.4. Carbono orgânico total

Na Tabela 15 são apresentados os valores médios da concentração de Carbono Orgânico Total (COT) da cama de casca de café, em %, ao longo da primeira fase do experimento. Foi constatada diminuição de apenas 1,07% nas concentrações médias de COT com o passar das três primeiras semanas de vida das aves. A cama aviária

submetida ao tratamento de Conforto térmico segundo Cassuce apresentou maior decréscimo, 1,5% em sua concentração de COT, sendo o menor decréscimo observado na cama submetida ao tratamento de Frio Moderado, 0,75%, não sendo significativas as diferenças entre as médias dentro de cada período de amostragem da cama, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 15 – Valores médios da concentração de carbono orgânico total na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	Carbono Orgânico Total (%)			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
C1TC	49,72	49,49 a	48,79 a	48,20 a
C1TL	49,72	49,70 a	49,02 a	48,52 a
E1FS	49,72	49,98 a	49,06 a	48,94 a
E1FB	49,72	49,80 a	49,05 a	48,59 a
E1FM	49,72	50,29 a	49,38 a	48,97 a
Média	49,72	49,85	49,06	48,65

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram ajustados modelos para a variação das concentrações de COT na cama aviária em função do tempo de crescimento dos frangos, verificando-se o ajuste polinomial para todos os ambientes (Figura 11).

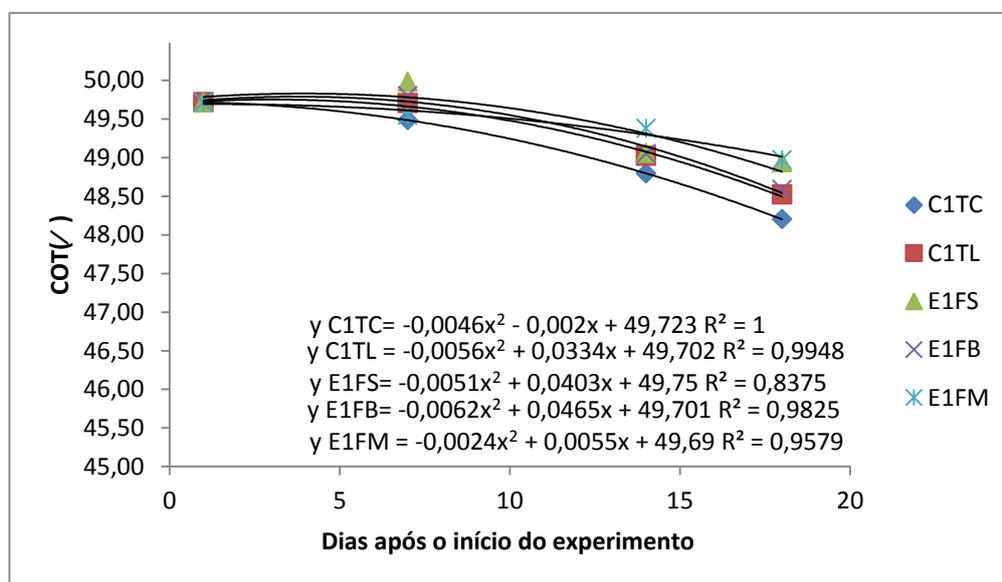


Figura 11. Concentração média de Carbono Orgânico Total (COT) na cama aviária ao longo das primeiras três semanas de vida das aves C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado

A diminuição nas concentrações de COT na cama aviária com o decorrer das três primeiras semanas de vida das aves deve-se ao processo de mineralização dos compostos orgânicos da cama, no qual ocorre liberação de dióxido de carbono (CO₂)

para o meio e consequente concentração dos outros componentes na cama (Kiehl, 2002). Este mesmo autor ao realizar análises de excretas de frango de corte encontrou teor de carbono orgânico igual total igual a 30% (Kiehl, 1985). Todavia, Zapata (2011) ao estudar a qualidade de cama aviária de casca de café submetida a diferentes ciclos de reutilização, encontrou valores médios de COT em 35% no primeiro ciclo.

A concentração média de Carbono Orgânico Total nas três últimas semanas de vida das aves (TABELA 16) decresceu, da mesma forma como foi observado para as três primeiras semanas de vida das aves. Houve uma diminuição de 3% nos teores de COT ao longo das três últimas semanas de experimento. A maior concentração de COT foi constatada na cama aviária onde os frangos estavam submetidos ao ambientes de Calor Moderado. A menor concentração foi encontrada no ambientes de Calor Acentuado. As médias não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16 – Valores médios de carbono orgânico total da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Tratamentos	Carbono Orgânico Total (%)			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	41,1 a	44,2 a	41,7 a	39,8 a
E2CS	40,7 a	43,7 a	43,3 a	39,7 a
E2CA	43,9 a	44,8 a	40,7 a	37,5 a
E2CL	42,1 a	45,2 a	42,9 a	39,3 a
E2CM	44,8 a	45,3 a	42,3 a	41,2 a
Média	42,5	44,6	42,2	39,5

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram ajustados modelos para a variação dos valores de COT em função do tempo de crescimento dos frangos, verificando-se um ajuste polinomial para todos os ambientes (Figura 12).

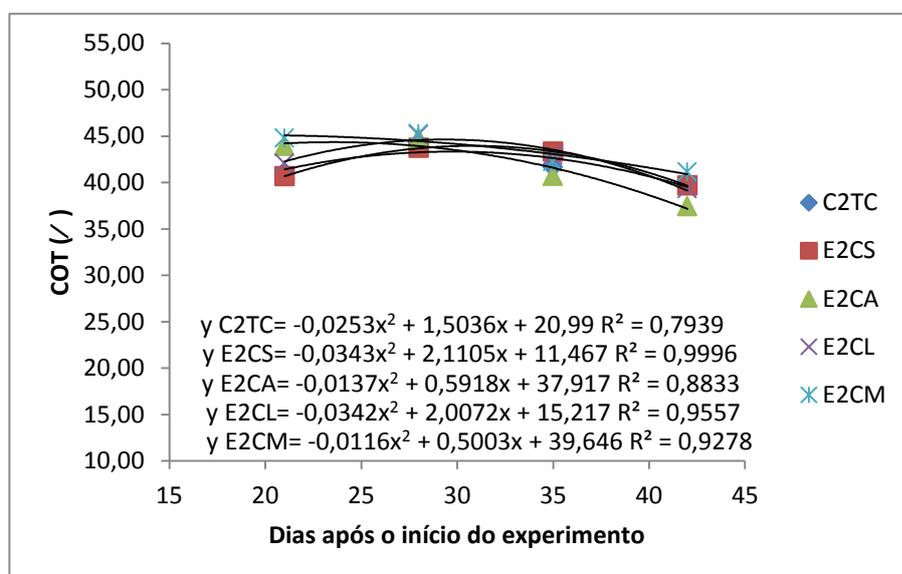


Figura 12. Concentração média de Carbono Orgânico Total na cama aviária ao das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CA= Calor Severo; E2CS= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado

4.1.2. Relação Carbono/Nitrogênio

A relação C/N do material utilizado como cama de aviário apresentou valor inicial em torno de 24,7 e redução com o decorrer das três primeiras semanas de vida das aves, alcançando valores médios de 13,0 (TABELA 17). Aos 18 dias de vida das aves o tratamento de Frio Moderado apresentou a relação C/N mais estreita dentre todos os ambientes, valor médio de 12,2. Em contrapartida, o tratamento de Conforto Térmico Segundo a Literatura apresentou a relação C/N mais elevada com valor médio de 13,7.

Tabela 17 – Valores médios da relação C/N da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	C/N			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
C1TC	24,71	15,14 a	14,50 a	12,54 a
C1TL	24,71	16,02 a	16,46 a	13,73 a
E1FS	24,71	16,26 a	14,50 ab	12,96 a
E1FB	24,71	13,82 a	15,36 ab	13,30 a
E1FM	24,71	19,59 a	15,88 b	12,24 a
Média	24,71	16,17	15,34	12,95

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve decréscimo no valor da relação C/N ao longo do experimento, que pode ser explicado pelas perdas de compostos orgânicos da cama aviária e a deposição de excretas que elevam o teor de nitrogênio total da cama.

A variação da relação C/N com o tempo de condução do experimento apresentou ajuste logarítmico para os ambientes de Conforto Térmico Segundo a Literatura, Frio Severo, Frio Brando, ajuste polinomial para o tratamento de Frio Moderado e em forma de potência para o tratamento de Conforto térmico preconizado por Cassuce. Na Figura 13 podem ser encontradas as curvas de ajuste assim como suas equações e respectivos coeficientes de correlação.

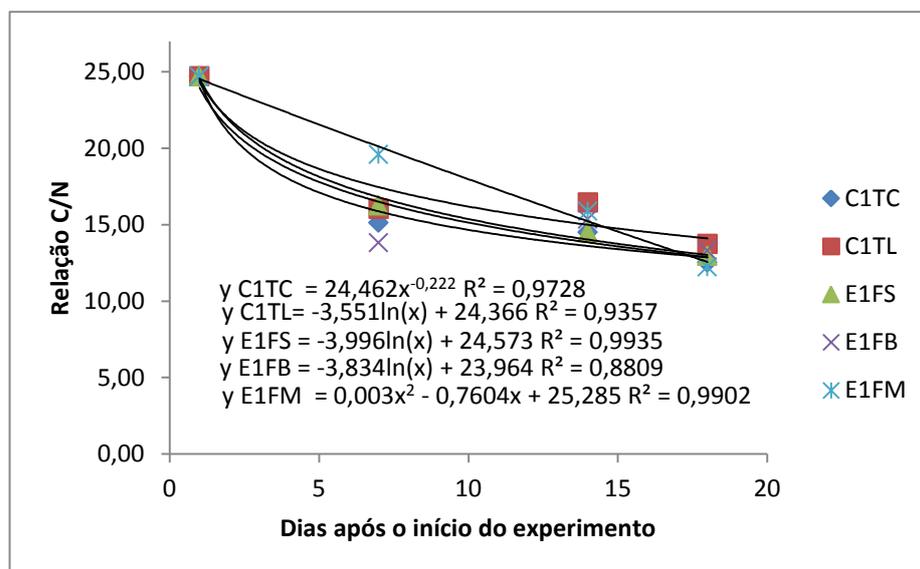


Figura 13. Valores médios da Relação C/N ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FA= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado.

Na Tabela 18 são apresentados os valores médios da relação C/N na cama de casca de café ao longo das três últimas semanas de vida das aves. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade não sendo constatada diferença estatística.

Tabela 18– Valores médios da relação C/N da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Tratamentos	Relação C/N			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	11,3 a	11,6 a	8,7 a	7,4 a
E2CS	11,5 a	10,8 a	9,2 a	6,7 a
E2CA	11,7 a	11,1 a	8,2 a	6,9 a
E2CL	12,0 a	11,5 a	8,3 a	7,4 a
E2CM	12,3 a	11,5 a	8,6 a	8,3 a
Média	11,8	11,3	8,6	7,3

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se observar por meio de modelos ajustados para descrever a variação da relação C/N ao longo do período, que a relação C/N variou de maneira polinomial para todos os ambientes (Figura 14).

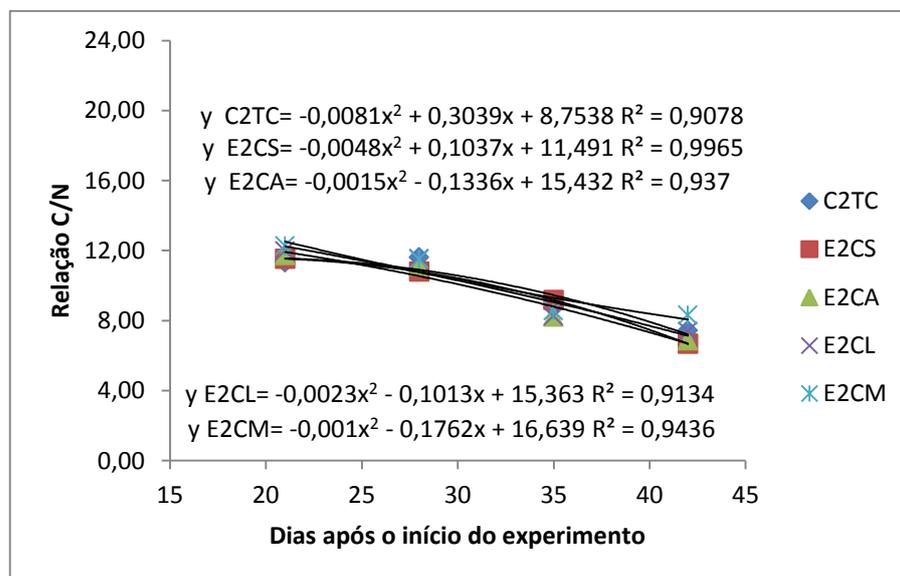


Figura 14. Valores médios da Relação C/N na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado

A relação C/N do material utilizado como cama de aviário apresentou valor de 11,8 aos 21 dias de idade dos frangos de corte, sendo constatado um decréscimo de 4,5 aos 42 dias de idade (TABELA 18). A cama aviária na qual os frangos estavam submetidos ao tratamento de Calor Severo apresentou relação C/N mais estreita, 6,7, por apresentar concentração de NTK mais elevada (TABELA 18) que os ambientes de Conforto térmico preconizado por Cassuce, Calor Acentuado, Calor Leve e Calor Moderado.

É preconizado por diversos pesquisadores (Lampkin, 1992, Zucconi & Bertoldi, 1986; Lopez-Real, 1994, Fong et al., 1999, Kiehl, 2004), que a relação C/N ideal para iniciar um processo de compostagem rápido e eficiente está entre 25/1 e 35/1, uma vez que, durante a decomposição os microrganismos absorvem C e N do material orgânico 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 equilibrado de nitrogênio e carbono favorece o crescimento e a atividade das colônias de microrganismos envolvidos no processo de decomposição, possibilitando assim a produção de um composto em menor tempo e com menor perda de nitrogênio por meio da volatilização. Caso a relação C/N seja muito alta, a degradação poderá ser dificultada

e caso seja muito baixa, haverá expressivas perdas de nitrogênio por meio de volatilização de amônia, devido ao desequilíbrio existente na relação C/N do material.

4.1.3. Avaliação do potencial da emissão de amônia com base na umidade, pH, temperatura superficial da cama e nitrogênio amoniacal na cama aviária

4.1.3.1. Umidade

Ao 18 dias de vida das aves a cama de aviário apresentou umidade média de 38,10%, sendo que a cama submetida ao tratamento de Conforto Térmico Segundo Cassusse apresentou teor de umidade final mais elevado, 41% UBU, seguido pelos ambientes Conforto Segundo a Literatura, Frio Severo, Frio Moderado e Frio Brando (TABELA 19). Foram verificadas diferenças numéricas de até 5,75% nos valores de umidade, entretanto estes valores não se diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 19 – Valores médios de umidade da cama de aviário (UBU) ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	Umidade Base úmida (%)			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
CITC	6,57	34,18 a	37,84 a	41,01 a
CITL	6,57	30,49 a	33,74 a	39,56 a
EIFS	6,57	30,06 a	38,16 a	39,19 a
EIFB	6,57	33,84 a	34,67 a	35,26 a
EIFM	6,57	26,08 a	28,82 a	35,51 a
Média	6,57	30,93	34,65	38,10

CITC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; CITL= Conforto térmico segundo a literatura; EIFS= Frio Severo; EIFB= Frio Brando; EIFM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram ajustados modelos para a variação dos valores de umidade em relação ao tempo de crescimento dos frangos, verificou-se que a relação entre umidade e tempo foi representada por meio de função logarítmica para os ambientes Conforto térmico preconizado por Cassuce e Conforto Térmico Segundo a Literatura. Para os ambientes Frio Severo e Frio Brando foi polinomial e para o tratamento Frio Moderado foi exponencial (Figura 15).

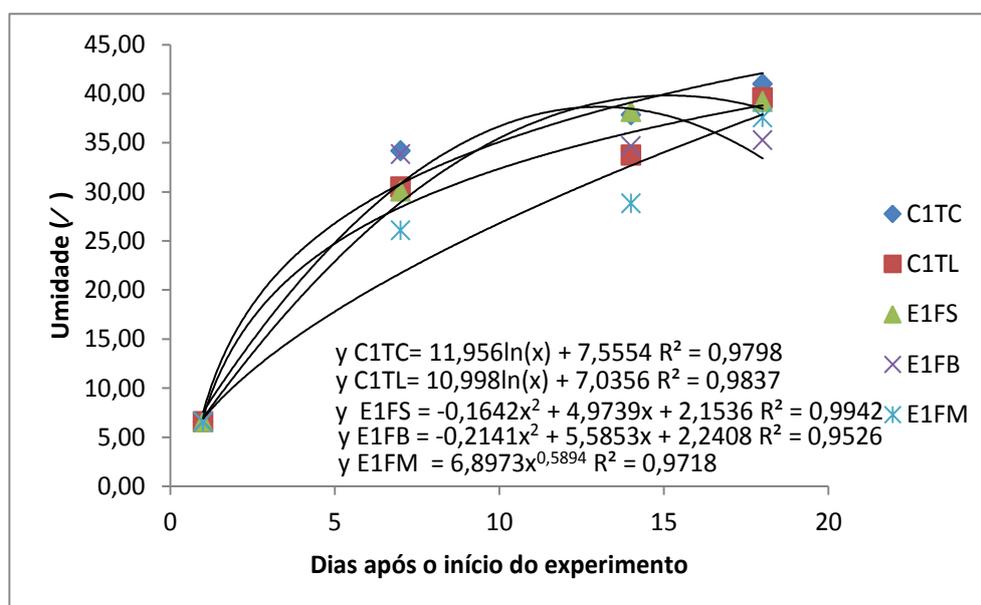


Figura 15. Valores médios de concentração de umidade na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; FA= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado.

Ao fim do experimento a cama aviária apresentou umidade média de 45,2%, o que representa um acréscimo de 6% em relação aos 21 dias de idade dos frangos e corte (Tabela 20). Foi constatado que a cama de frango submetida ao tratamento de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce apresentou maior valor de umidade, 52,4%, seguida pelos ambientes de Calor Leve, Calor Moderado, Calor Severo e Calor Acentuado. Esses valores não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 20 – Valores médios de umidade da cama de aviário ao longo das três últimas semanas de vida das aves (UBU %)

Tratamentos	Umidade Base úmida (%)			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	39,0 a	49,2 a	52,6 a	52,4 a
E2CS	39,7 a	43,1 a	46,9 a	38,5 a
E2CA	40,8 a	45,9 a	46,5 a	38,3 a
E2CL	40,0 a	45,3 a	48,8 a	51,3 a
E2CM	36,7 a	47,5 a	50,8 a	45,3 a
Média	39,2	46,2	49,1	45,2

C2TC= Conforto Térmico Preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 16 podem ser encontradas as curvas de ajuste da variação da umidade com o tempo de condução do experimento, assim como suas equações e respectivos coeficientes de correlação. Por meio das equações de ajuste verificou-se que a variação da concentração de umidade ao longo das três últimas semanas

apresentou ajuste polinomial para todos os ambientes (C2TC, E2CS, E2CA, E2CL, E2CM), (Figura 16).

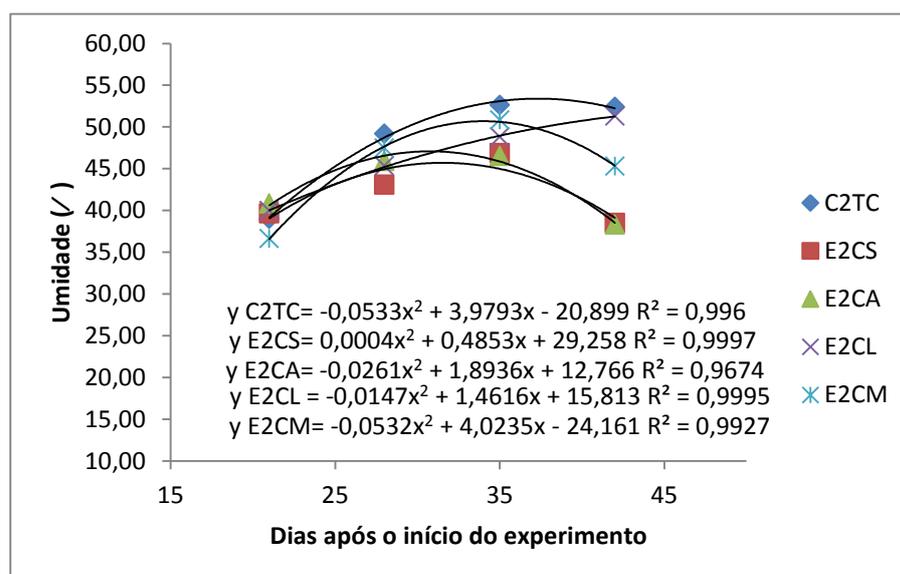


Figura 16. Valores médios de concentração de umidade na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto Térmico Preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado.

Santos (2009), ao avaliar a qualidade da cama aviária de casca de café para densidade 11 aves. m² encontrou teor de umidade médio de 38% aos 42 dias de idade dos frangos. Valores de umidade semelhantes a este foram encontrados por Vieira (2011), o qual estudando a qualidade da cama de aviário de casca de café em diferentes ciclos de reutilização encontrou valor médio de umidade em torno de 37% aos 42 dias. Valores superiores a estes foram encontrados no presente trabalho aos 18 dias de idade (Tabela 18) dos frangos para os tratamentos de Conforto térmico preconizado por Cassuce, Conforto Térmico Segundo a Literatura e Frio Severo, o que pode estar relacionado a alta densidade utilizada, ao manejo dos frangos ou ao fato que a umidade atinge o seu valor máximo já na terceira semana de criação de frangos de corte.

Zapata (2011) em estudos de caracterização de cama aviária de casca de café sob diferentes reusos, constatou que aos 42 dias de criação de frangos de corte a cama apresentou teor médio de umidade de 58%, valor acima dos encontrados no presente trabalho (Tabela 19).

Esperava-se que as camas aviárias nas quais os frangos estavam submetidos aos ambientes com temperaturas mais elevadas apresentassem valores de umidade ligeiramente superiores àqueles ambientes com temperaturas baixas, devido ao fato de que as aves quando submetidas a ambiente com temperaturas elevadas aumentam o

consumo de água e, conseqüentemente, a quantidade de excretas úmidas, o que não foi observado no presente estudo. Outro fato que pode ter resultado em maiores seria possivelmente o manejo inadequado dos bebedouros do tipo “copo de pressão” utilizados na primeira semana de vida das aves, o que pode ter provocado o derramamento de água e, conseqüentemente, o maior umedecimento da cama. Outra hipótese esta associada ao fato de temperaturas mais elevadas conferem ao ar ambiente maior déficit de saturação de vapor d`água provocando maior perda de água dos ambientes com temperaturas elevadas.

Segundo Zapata (2011) o ideal é que a umidade da cama permaneça entre 20 e 25%, para que o excesso de umidade não provoque o aumento da incidência de calos no peito e pés, queimaduras de pele, formação de crostas, hematomas, condensações e desclassificações; e geração de amônia, um dos problemas ambientais mais graves da produção moderna de frangos de corte.

Considerando o teor de umidade como parâmetro para determinar o potencial de emissão de amônia, tem-se que durante as três primeiras e três últimas semanas de vida das aves os valores de umidade das excretas não apresentaram-se estatisticamente diferentes. No entanto, a cama aviária em que os frangos estavam submetidos aos ambientes de Conforto Térmico Segundo a Literatura e Segundo Cassuse apresentaram valores ligeiramente superiores aos ambientes em que os animais estavam submetidos aos ambientes por Frio Severo, Frio Brando e Frio Moderado devido ao fato de que temperaturas mais elevadas aumentarem o consumo de água e conseqüentemente a quantidade de excretas úmidas, o que leva a uma maior propensão a emissão de amônia. Já nas três últimas semanas de vida das aves os ambientes térmicos não apresentaram valores de umidade mais elevados. 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 foi comprovado por Osório et al. (2009), que em experimento com frangos de corte, observaram que a emissão de amônia atingiu valores máximos quando a umidade da cama estava acima de 50%. Weaver Jr. & Meijerhof (1991) em um experimento com diferentes umidades relativas do ar e circulação interna do ar, constataram que a ordem dos aumentos dos níveis de amônia correspondeu a aumentos na umidade relativa do ar.

4.1.3.2. pH

Apesar de ter sido verificado efeito significativo das condições de ambiente térmico nos valores de pH da cama durante as três primeiras semanas de vida das aves (Tabela 3), ao realizar o teste de médias não foi detectada diferença significativa entre elas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Realizando-se o desdobramento da interação dos fatores ambiente térmico e tempo, foram obtidas as informações contidas na Tabela 21. Não foi observada diferença significativa entre os ambientes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 21 – Valores médios de pH da cama de aviário ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	pH			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
C1TC	7,00	6,76 a	7,32 b	8,30 a
C1TL	7,00	7,08 a	7,40 ab	8,35 a
E1FS	7,00	6,23 ab	6,79 a	7,97 a
E1FB	7,00	6,17 bc	6,98 a	8,14 a
E1FM	7,00	6,39 c	7,39 a	7,97 a
Média	7,00	6,53	7,18	8,15

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A casca de café utilizada como cama de aviário apresentou pH neutro no momento inicial do experimento. Aos 7 dias de experimento houve uma ligeira queda no valor de pH de todos os ambientes, exceto para o tratamento de Conforto Térmico Segundo a Literatura que permaneceu praticamente inalterado. Aos 14 dias os valores de pH se elevaram à valores médios de 7,18. Ao final das três primeiras semanas de vida das aves a cama aviária apresentou valor médio de pH de 8,15, sendo que nos ambientes onde os frangos estavam submetidos a temperaturas mais elevadas a cama aviária apresentou valores de pH superiores aos ambientes onde os frangos estavam submetidos a temperaturas mais baixas.

Por meio dos modelos ajustados para a variação dos valores de pH em relação ao tempo de crescimento dos frangos, verificou-se que o pH variou de maneira polinomial para todos os ambientes (Figura 17).

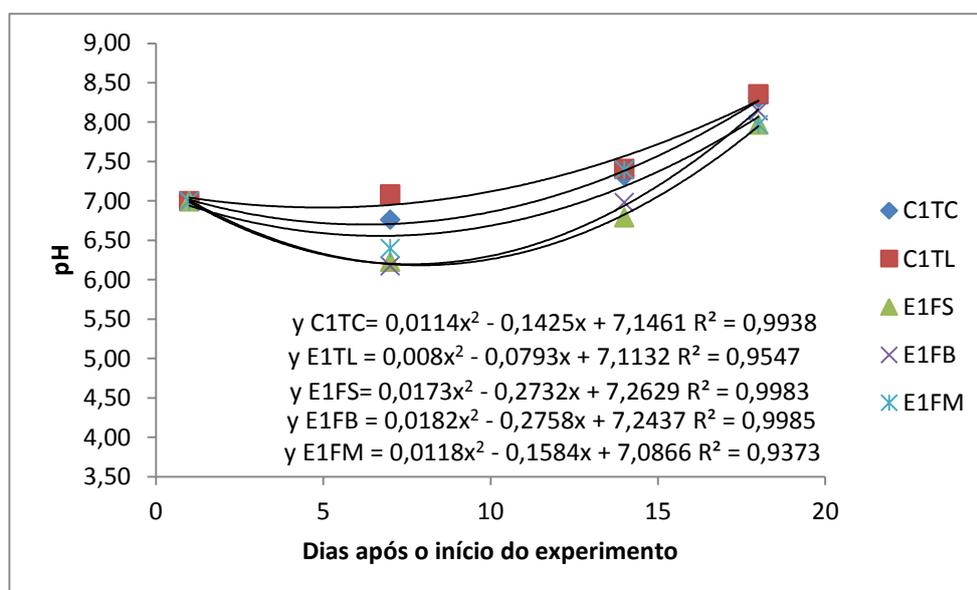


Figura 17. Valores médios de pH da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado

Pode ser observado pelo teste de Tukey (Tabela 22) que, para os diferentes ambientes, não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, para os valores médios de pH da cama durante as três últimas semanas de vida das aves.

Tabela 22 – Valores médios de pH da cama de aviário ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Tratamentos	pH			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	4,7 a	6,0 a	5,6 a	5,7 a
E2CS	4,4 a	6,0 a	5,5 a	5,8 a
E2CA	4,6 a	6,0 a	5,7 a	5,8 a
E2CL	4,6 a	6,0 a	5,3 a	5,5 a
E2CM	4,7 a	6,1 a	5,8 a	5,9 a
Média	4,6	6,0	5,6	5,8

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se inferir, com base nos dados apresentados e ilustrados na Figura 18, que o pH da cama, possui um comportamento polinomial para os ambientes de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce, Calor Severo, Calor Leve e Calor Moderado e em forma de potência para o tratamento de Calor Acentuado.

Os valores de pH encontrados aos 18 dias de idade das aves para os ambientes Conforto térmico preconizado por Cassuce, Conforto Térmico Segundo a Literatura e Frio Brando favorecem a volatilização da amônia na cama aviária. Logo aos 19 dias do experimento foi adicionado sulfato de alumínio à cama aviária na proporção de 490 g/m² como recomendado por Mc Ward & Taylor (2000) para o controle dos níveis de

amônia no ar, o que resultou em valores médios de pH em torno de 4,60 observados na terceira semana do experimento. Uma nova adição de sulfato foi feita aos 28 dias de idade dos frangos de corte, provocando diminuição de apenas 0,4 nos valores de pH.

De acordo com Terzich (1997) a volatilização de amônia é pequena quando o pH da cama é ácido, e é alta quando o pH está acima de 8,0, pois a decomposição do ácido úrico ($C_5H_4N_4O_3$) é favorecida em condições de pH alcalino, uma vez que, uma das principais bactérias ureolíticas, *Bacillus pasteurii*, não consegue crescer em pH neutro, mas prospera na cama com pH acima de 8,5.

Burgess et al. (1998) ao comparar o efeito do sulfato de alumínio sobre o pH da cama de frango composta por palha de arroz observaram que sua adição provocou redução do pH de 7,47 para 4,43, valores esses próximos aos encontrados no presente trabalho aos 21 dias de idade dos frangos. Mais tarde Moore et al. (2000) verificaram que a queda no pH foi significativa com o uso de sulfato de alumínio, principalmente nas primeiras semanas do ciclo produtivo.

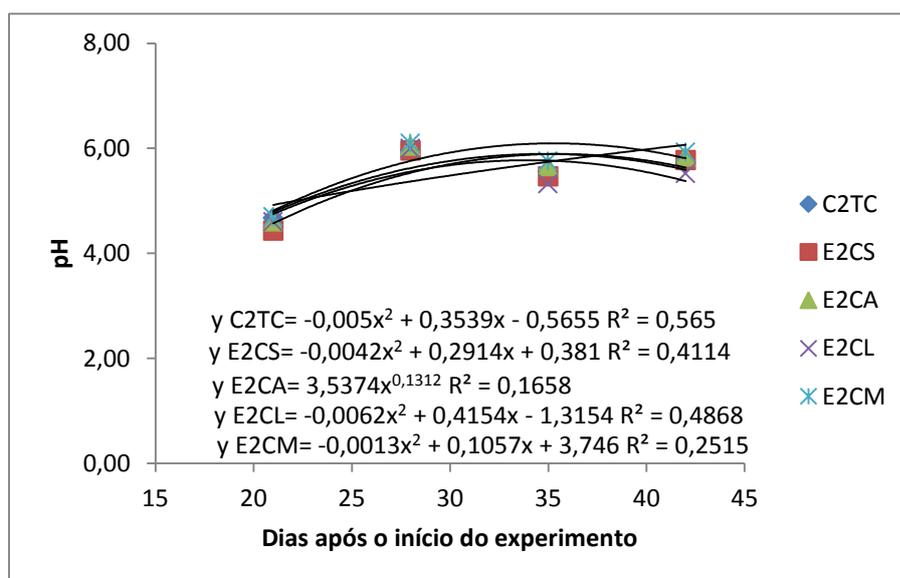


Figura 18. Valores médios de pH da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado

Em estudos comparando camas de casca de café e maravalha tratadas ou não com condicionadores químicos, Santos (2009) observou diferença significativa dos ambientes sobre o pH da cama, sendo encontrados valores médios de pH da cama de casca de café de 5,83 e 8,60, para os dias de criação 7 e 21, respectivamente. Valores superiores a estes foram encontrados no presente trabalho para 7 dias de criação de frangos de corte (Tabela 21).

Oliveira et al. (2003) ao avaliarem o valor de pH de cama de frango de casca de arroz tratada ou não com diferentes aditivos quando as aves completaram 42 dias de

idade encontraram valor de 7,66 para cama nova e 7,07 para cama tratada com sulfato de alumínio. Segundo esses autores esperava-se que o sulfato de alumínio provocasse redução do pH, o que não ocorreu no presente trabalho, devido ao fato de que a quantidade utilizada foi pequena (490 g.m⁻²) e misturada somente à porção superior da cama, além disso, a determinação do pH foi realizada após a saída das aves, quando o produto poderia já ter perdido sua eficiência. Mc Ward & Taylor (2000) observaram o mesmo efeito. Aos 44 dias, pH das camas tratadas com sulfato de alumínio, bissulfato de sódio e argila acidificada eram semelhantes ao da cama sem aditivo (acima de 8,0).

Bordignon (2013) estudando o efeito de diferentes condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango verificou que a cama tratada com sulfato de alumínio apresentou melhores resultados na redução do pH da cama chegando ao valor de 3,89, que representa baixo índice baixos índices de volatilização de amônia.

4.1.3.3. Nitrogênio amoniacal

Está apresentado na Tabela 23 as concentrações médias de nitrogênio amoniacal na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves.

Tabela 23 – Concentrações médias de nitrogênio amoniacal na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	Nitrogênio amoniacal (g.kg ⁻¹)			
	Cama nova	7 dias	14 dias	18 dias
CITC	1,61	2,99 a	6,00 a	3,51 a
CITL	1,61	2,84 a	5,10 a	3,81 ab
EIFS	1,61	3,13 a	6,23 a	4,18 ab
EIFB	1,61	3,03 a	6,19 a	3,86 ab
EIFM	1,61	3,23 a	5,18 a	4,76 b
Média	1,61	3,04	5,74	3,99

CITC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; CITL= Conforto térmico segundo a literatura; EIFS= Frio Severo; EIFB= Frio Brando; EIFM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme pode ser observado na Tabela 23, a casca de café usada como cama aviária apresentou concentração de nitrogênio amoniacal (NAT) médio inicial de 1,61 g.kg⁻¹. Na primeira e segunda semana a concentração de NAT da cama aviária teve um aumento de 88,8% em relação ao da semana anterior. Ao fim das três primeiras semanas de vida das aves, a concentração média de NAT encontrada na cama aviária foi de 3,99 g.kg⁻¹, sendo que a cama submetida ao tratamento de Frio Moderado apresentou concentração média de NAT mais elevada, 4,76 g.kg⁻¹, seguida pelos ambientes Frio

Severo, Frio Brando, Conforto térmico Segundo a Literatura e Conforto térmico preconizado por Cassuce.

Não foi observado efeito significativo das diferentes condições de ambiente térmico e da interação entre os fatores condições de ambiente térmico e o tempo para as concentrações de nitrogênio amoniacal. Os resultados indicaram que as variações nas concentrações de nitrogênio amoniacal na cama aviária são dependentes do tempo de vida das aves, as quais vão depositando suas excretas sobre a cama e geram essa variação.

Aos 18 dias não houve incremento na concentração de NAT como ocorrido nas semanas anteriores, mas sim perda de 30,49% (Tabela 23). Os ambientes nos quais os frangos estavam submetidos às temperaturas mais elevadas tiveram maior perda de NAT. Isto se deve, provavelmente, ao fato destes apresentarem maior teor de umidade e maior pH (Tabela 21) em relação aos ambientes com temperaturas mais baixas. Com a elevação dos valores de pH do meio e sob condições de umidade elevada o íon amônio (NH_4^+) é convertido em amônia (NH_3^+), fato que favorece a perda de nitrogênio na cama por volatilização.

Pode-se observar que o incremento nos valores de nitrogênio amoniacal apresentou modelo polinomial para o tratamento de Conforto térmico preconizado por Cassuce e modelo potencial para os demais ambientes, por meio de modelos ajustados para descrever a variação do teor de N amoniacal ao longo da primeira etapa do experimento, (Figura 19).

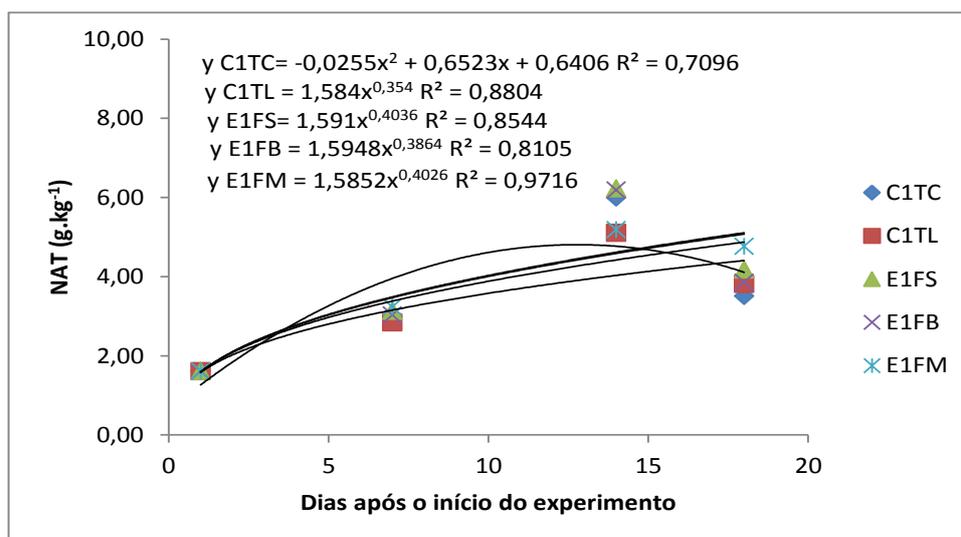


Figura 19. Valores médios de concentração de Nitrogênio amoniacal na cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves. C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico Segundo a Literatura; E1FS= Frio Severo; FA= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado.

O ambiente térmico não influenciou os resultados de nitrogênio amoniacal na cama aviária, ao nível de 5% de significância, durante as três últimas semanas de vida das aves. Embora não tenha sido encontrada diferença significativa para os valores de nitrogênio amoniacal em relação aos ambientes, ao se analisar os valores encontrados é possível observar que há aumento dos teores de nitrogênio amoniacal, à medida em que aumenta a temperatura ambiente, conforme observado na Tabela 24.

Tabela 24 – Valores médios de nitrogênio amoniacal da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves

Tratamentos	Nitrogênio Amoniacal (g.kg ⁻¹)			
	Dias de criação dos frangos de corte			
	21	28	35	42
C2TC	9,0 a	9,7 a	14,1 a	12,8 a
E2CS	8,1 a	10,0 a	17,3 a	19,3 a
E2CA	8,9 a	10,1 a	16,7 a	17,7 a
E2CL	8,3 a	8,4 a	14,7 a	13,1 a
E2CM	8,7 a	10,2 a	15,1 a	12,6 a
Média	8,6	9,7	15,6	15,1

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= lor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como ainda pode ser observado na Tabela 24, houve o incremento médio de 6,5 g.kg⁻¹ no teor de nitrogênio amoniacal ao longo das três últimas semanas de vida das aves. Sendo que, o tratamento de Calor Severo apresentou maior acréscimo, 11,2 g.kg⁻¹, e o tratamento de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce apresentou menor acréscimo, 3,8 g.kg⁻¹.

Por meio de modelos ajustados para descrever o incremento de nitrogênio amoniacal com o decorrer do tempo, constatou-se variação de nitrogênio amoniacal com o tempo em forma de potência para os ambientes de Conforto térmico Preconizado por Cassuce, Calor Severo, Calor Acentuado e Calor Leve e polinomial para o tratamento de Calor Moderado (Figura 20).

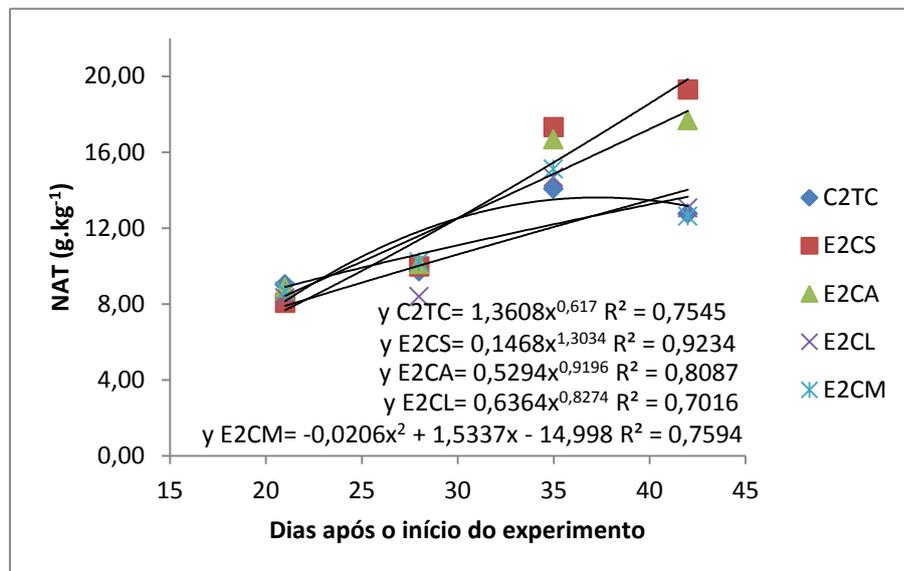


Figura 20. Valores médios de concentração de nitrogênio amoniacal na cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves. C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado.

Santos (2009) encontrou concentrações de $4,19 \text{ g.kg}^{-1}$ de nitrogênio amoniacal em cama de casca de café com densidade de 11 aves.m^{-2} , aos 42 dias de criação dos frangos. Assim como ocorreu com a variação da concentração de nitrogênio total, esta diferença provavelmente se deve ao fato de ter sido empregada no presente estudo densidade de aves mais elevada.

A concentração de nitrogênio amoniacal presente na cama aviária está diretamente relacionada com a quantidade de amônia volatilizada. De acordo com Egute et al.(2010), quanto maior for a quantidade de ácido úrico presente na cama maior será a emissão de amônia. Sims e Wolf (2003) apud Egute (2010) concluíram que cerca de 50% do nitrogênio presente na cama pode ser volatilizado na forma de amônia.

4.1.3.4. Temperatura superficial da cama aviária

Os valores médios de temperatura superficial da cama aviária de casca de café para as três primeiras e três últimas semanas de vida das aves são apresentados na Tabela 24 e 25, respectivamente.

Tabela 25 – Valores médios de temperatura superficial da cama aviária ao longo das três primeiras semanas de vida das aves

Tratamentos	Temperatura		
	1ª semana	2ª semana	3ª semana
C1TC	30,13 b	30,20 a	28,57 a
C1TL	30,80 b	30,94 a	28,96 a
E1FS	22,04 a	22,43 b	20,64 b
E1FB	25,54 c	29,65 a	26,55 d
E1FM	23,30 a	24,35 c	23,48 c

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 26 – Valores médios de temperatura superficial da cama aviária ao longo das três últimas semanas de vida das aves

	Temperatura		
	4ª semana	5ª semana	6ª semana
C2TC	29,92 b	31,56 b	31,43 ab
E2CS	35,75 a	35,59 a	29,17 a
E2CA	35,31 a	35,50 a	33,37 b
E2CL	31,06 bc	31,43 b	30,37 a
E2CM	33,28 ac	34,48 a	32,17 ab

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observando-se os dados apresentados nas Tabelas 25 e 26 e comparando-se com os dados das Tabelas 1 e 2 observa-se que a temperatura da cama aviária é diretamente dependente da temperatura do ambiente. Observa-se também que a temperatura da cama é sempre mais alta que a temperatura do ambiente, o que se deve ao contato das aves com a cama, nas quais a temperatura corporal é superior a da cama, fazendo que com ocorra troca de calor entre animal e cama. Outro motivo pelo qual a temperatura da cama é quase sempre mais elevada que a temperatura ambiente é o fato de a cama estar submetida constantemente à atividade microbiana, a qual libera calor.

Segundo Paganini (2004), a cama aviária tem como principal função evitar o contato direto das aves com o piso frio do galpão e consequentemente reduzir a perda de calor das aves para o mesmo. Boshouwersm (1996), citado por Furlan (2006), observou que a temperatura da cama de uma criação de frangos de corte a partir do 19º dia de idade foi 7º C superior à temperatura ambiente. Já no presente estudo foi observado que no 18º dia a temperatura média da cama era 5 ºC superior à temperatura do ambiente (Tabela 25).

Segundo Tisdale et al. (1985) temperaturas elevadas potencializam volatilizações de amônia (NH₃), devido ao aumento na taxa de várias reações relacionadas à atividade da urease. Com base nos resultados de temperatura superficial da cama, foi observado que os ambientes térmicos de Conforto térmico preconizado por Cassuce, Conforto térmico segundo a literatura e Calor Acentuado, por apresentarem temperatura superficial da cama mais elevada, apresentam maior potencial de emissão de amônia.

4.1.4 Avaliação da incidência de lesões no coxim plantar das aves

Os valores médios percentuais observados das lesões de coxim plantar durante as três primeiras semanas de vida das aves são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Valores médios em porcentagem, de leitura de lesões de coxim plantar em frangos de corte durante as três primeiras semanas de vida das aves

Escores (%)	Tratamentos					Média
	C1TC	C1TL	E1FS	E1FB	E1FM	
Aos 7 dias						
0	46,7	40,0	33,3	53,3	66,7	48,0
1	53,3	60,0	66,7	46,7	33,3	52,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aos 14 dias						
0	80,0	80,0	73,3	73,3	66,7	74,7
1	20,0	20,0	26,7	26,7	26,7	24,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	1,3
Aos 21 dias						
0	46,7	80,0	73,3	73,3	66,7	68,0
1	46,7	20,0	26,7	20	26,7	28,0
2	6,6	0,0	0,0	6,7	6,6	4,0

C1TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; C1TL= Conforto térmico segundo a literatura; E1FS= Frio Severo; E1FB= Frio Brando; E1FM= Frio Moderado. Escores: 0 = sem lesão; 1 = sem lesão externa, porém inflamado ou queimado; 2 = lesão externa (ulceração ou calo).

Na primeira semana de vida dos frangos de corte, é possível observar que em média 48% das aves não apresentaram lesões no coxim plantar. Nos outros 52% das aves, foram encontrados lesões que indicavam apenas inflamação, ou seja, escores iguais a 1. Ocorreu maior incidência de inflamações no coxim plantar nas aves submetidas ao tratamento de Frio Severo, 66,7%. A menor incidência foi observada nas aves submetidas ao tratamento de Frio Moderado, 33,3%. As aves não apresentaram lesões externas, indicando que não houve interferência na qualidade da carcaça.

Na segunda semana houve aumento de 26,7% no número de aves que não apresentaram lesões no coxim plantar. A porcentagem média das aves que apresentaram inflamação no coxim plantar foi de 24%. Apenas 1,3% das aves apresentaram lesões

externas. Nos ambientes de Conforto térmico preconizado por Cassuce e Conforto Térmico Segundo a Literatura as aves apresentaram valores semelhantes na leitura dos escores no coxim plantar, ambos de 80% para escores iguais a 0, sem lesão e 20% para escores iguais a 1, sem lesão externa, porém inflamado ou queimado.

Durante a terceira semana de vida das aves, foi observada maior incidência média de frangos que apresentaram lesão externa (ulceração ou calo), 4,0%. Constatou-se que em média 68% das aves não apresentaram lesões e que em torno de 28% das aves ocorreu inflamação no coxim plantar. As aves submetidas ao tratamento de Frio Brando apresentaram maior incidência de lesões externas, 6,7%, seguidas pelas aves submetidas aos ambientes de Frio Moderado e Conforto térmico preconizado por Cassuce. Os frangos submetidos aos ambientes de Conforto Térmico Segundo a Literatura e Frio Severo não apresentaram lesões externas no coxim plantar.

Os valores médios percentuais observados das lesões de coxim plantar durante as três últimas semanas de vida das aves estão apresentados na Tabela 27.

Tabela 28 – Valores médios em porcentagem, de leitura de lesões de coxim plantar em frangos de corte durante as três últimas semanas de vida das aves

Escore (%)	Tratamentos					Média
	C2TC	E2CS	E2CA	E2CL	E2CM	
Aos 28 dias						
0	60,0	86,7	86,7	86,7	80,0	80,0
1	26,7	13,3	13,3	13,3	20,0	17,3
2	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
Aos 35 dias						
0	53,3	50,0	27,8	46,7	46,7	44,9
1	33,3	50,0	72,2	40,0	53,3	49,8
2	13,3	0,0	0,0	13,3	0,0	5,3
Aos 42 dias						
0	53,3	100,0	50,0	46,7	33,3	57,0
1	26,7	0,0	50,0	13,3	53,3	29,0
2	20,0	0,0	0,0	40,0	13,3	15,0

C2TC= Conforto térmico preconizado por Cassuce; E2CS= Calor Severo; E2CA= Calor Acentuado; E2CL= Calor Leve; E2CM= Calor Moderado. Escores: 0 = sem lesão; 1 = sem lesão externa, porém inflamado ou queimado; 2 = lesão externa (ulceração ou calo).

Na quarta semana de vida das aves, foi observada em média porcentagem maior de aves que não apresentaram lesões externa no coxim plantar em relação às outras semanas de criação dos frangos de corte (80%). Os ambientes de Calor Severo, Calor Acentuado e Calor Leve apresentaram a mesma incidência de inflamação no coxim plantar (13,3%). A maior porcentagem de inflamação no coxim plantar foi observada no tratamento de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce, seguido pelos ambientes de Calor Moderado, Calor Severo, Calor Acentuado e Calor Leve.

Durante a quinta semana de vida das aves, houve aumento em média de 31,7 % na incidência de frangos sem lesão externa, porém com inflamação ou queimaduras e 2,6% na incidência de lesão externa no coxim plantar das aves, em relação à semana anterior.

Ao final do experimento foi constatado que 15% dos frangos apresentaram lesões externas, com ulceração ou calo, 29% não apresentaram lesões externas, porém com inflamação ou queimadura e 57% não apresentavam nenhum tipo de lesão.

As lesões no coxim plantar de aves ocorrem de acordo com o processo inicialmente inflamatório que evolui para ulceração das áreas em atrito com sobreposição de infecção bacteriana secundária. Normalmente a incidência destas lesões na primeira e segunda semana de criação das aves permanece entre 10 e 30% (Santos et al. 2002).

Mendes et al. (2012) ao estudar a mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte verificaram que altas densidades de alojamento afetam a intensidade de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar das aves, que aumentam gradativamente com o desenvolvimento das mesmas. Essa mesma observação pode ser constatada no presente trabalho.

Segundo Vieira (2011), existe uma relação direta do aparecimento de lesões na região plantar das patas das aves com a umidade e a estrutura física da cama aviária, que são agravados pelo surgimento e formação de placas duras na superfície da cama. O alto teor de umidade propicia um ambiente que favorece o desenvolvimento de bactérias que podem contaminar a pele das aves e também contribuir para o surgimento de danos nas patas.

Em estudos comparando a incidência de lesões no coxim plantar de aves criadas em camas secas e úmidas, Wang et al. (1993) detectaram que em média 38% das aves criadas sobre cama seca apresentaram lesões no coxim plantar, enquanto que para as aves criadas em cama úmida a incidência de lesões no coxim plantar foi de 92%. No presente trabalho também foi observado que ocorreu maior incidência de lesões no coxim plantar das aves que estavam sob camas com umidade mais elevada.

Durante as três primeiras semanas de vida das aves foi constatado que os ambientes de Conforto térmico preconizado por Cassuce e Frio Severo apresentaram maior porcentagem de lesões no coxim plantar das aves. Nas três últimas semanas de vida das aves foi verificada maior incidência de lesões no coxim plantar das aves nos ambientes de Conforto Térmico Preconizado por Cassuce e Calor Leve (Tabela 19),

estes ambientes apresentaram teor de umidade mais elevado, o que indica que a incidência de lesões tem relação com o teor de umidade da cama aviária.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições de condução do experimento, pode-se concluir que:

- O ambiente térmico não exerceu influência significativa na concentração dos componentes: nitrogênio total, fósforo total, potássio total e carbono orgânico total, na cama aviária de casca de café.
- A relação “carbono/nitrogênio” na cama aviária apresentou valores mais estreitos, à medida em que a idade dos frangos avançou;
- Independentemente da idade e ambiente térmico ao qual as aves estavam submetidas, a relação “carbono/nitrogênio” obtida na cama de frango, foi inferior ao ideal para a compostagem, indicando necessidade de acréscimo de material fornecedor de carbono.
- Durante as três primeiras semanas de vida das aves o tratamento “Conforto Térmico Segundo a Literatura” apresentou valores de pH mais elevados.
- O potencial de emissão da amônia considerando a influência do teor de umidade, nitrogênio amoniacal, pH e temperatura superficial da cama aviária, nos diferentes ambientes térmicos, não foi significativamente diferente para as três primeiras e três últimas semanas de vida das aves.
- Durante as três primeiras semanas de vida das aves submetidas aos ambientes de Conforto Térmico Segundo Cassuse e Conforto Térmico Segundo a Literatura apresentaram em valores absolutos maior potencial de emissão da amônia devido as características: umidade, pH, nitrogênio amoniacal e temperatura superficial da cama favorecerem mais a sua volatilização;
- Os ambientes com temperaturas variando entre 24 a 30 °C nas três primeiras semanas (Conforto térmico preconizado por Cassuce) e 24 a 28°C nas três últimas semanas entre 19 h e 7 h (Calor Leve), determinaram maior porcentagem de aves com lesões no coxim plantar. Todavia, não foi constatada diferença significativa na incidência de lesões no coxim plantar das aves entre os diferentes ambientes nas três primeiras e nas três últimas semanas de vida das aves.
- Foi observado, para cama de casca de café, aumento no teor de umidade ao longo do tempo, não tendo sido verificada influência do ambiente térmico sobre o teor de umidade.

- Os ambientes que apresentaram valores mais elevados de umidade na cama de casca de café determinaram maior porcentagem de incidência de lesões no coxim plantar das aves.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Com base nos resultados obtidos no presente estudo e considerando-se a disponibilidade do resíduo casca de café na região da Zona da Mata Mineira, é possível recomendar sua adoção como alternativa para cama aviária. O que deve ser enfatizado, porém, é que o manejo adequado será mais crucial na definição da qualidade da cama e do ar circundante, do que propriamente o ambiente térmico no qual esta está inserida. Estando sobre cama corretamente manejada e de boa qualidade, as aves apresentarão baixa incidência de lesões no coxim plantar e conseqüentemente estarão em melhor condição de bem-estar, o que aumentará a eficiência produtiva do lote.

7. REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em <http://www.abpa-br.org>. Acesso em: 20/06/2015.

ABREU, P.G.; ABREU, V. M. N.; **Estresse calórico- como ocorre e o que fazer?** . 2011. Disponível em:< www.cnpsa.embrapa.br/calor/calor.pdf> Acesso em: 30/10/2014.

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.

AA, A. van der, Clay minerals to fight footpad lesions. **World Poultry**, v. 24, n° 12, 2008.

AMARAL, A.G.; YANAGI JUNIOR T.; LIMA, R.R.; TEIXEIRA, V.H.; SCHIASSI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.

ANGELO, J.C.; GONZALES, E.; KONDO, N.; ANZAI, N.H.; CABRAL, M.M. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.

APHA; AWWA; WEF American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22^a.ed.; Washington, D.C, USA.2012.

ASHRARE. **Thermal Confort**. In: ASHRARE Fundamentals. Chapter 8. Atlanta, 2001.

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

BADOCHA, T. E.; COSTA, R. S. C.; LEONIDAS, F. C. Casca de Café: um importante insumo para a agricultura orgânica. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 3., 2003, Porto Seguro-BA. Anais do III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Porto Seguro, 2003.

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.

BAPTISTA, T.M.; JORGE, D.E.L.; NILVA, K.S. Effects of broiler stocking density and poultry litter reuse in broiler performance and poultry litter production. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 100, n. 553/554, p. 45-52, 2005.

BARTHOLO, G.F.; MAGALHÃES FILHO, A.A.R.; GUIMARÃES, P.T.G.; CHALFOUN, S.M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.162, p.33-34, 1989.

BELAY, T.; TEETER, R.G. Effects of ambient temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and faecal loss. **British Poultry Science**, v.37, p.423-433, 1996.

BENEDETTI, M.P.; FUGIWARA, A.T.; FACTORI, M.A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L. **Adubação com cama de frango em pastagem**. Águas de Lindóia: ZOOTEC, 2009.

BILGILI, S.E.; MONTENEGRO, G.I.; HESS, J.B.; ECKMAN, M.K. Sand as litter for rearing broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.345-351, 1999.

BONNET, S. et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 857-863, 1997.

BORDIGNON, L. A. F. **Efeitos de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango**. 2013. 66f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Dois Vizinhos, 2013.

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

BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; AMAZONAS, E. de A.; MENTEN, J. F. M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1296-1305, jul. 2009.

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.

CAIELLI, Edgard L. Uso da palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.119, p.36-38, 1984.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1980. 7 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).

CARLILE, F.S. Ammonia in poultry houses: a literature review. **World Poultry Science Journal**, v.40, p.99-113, 1984.

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

CASSUCE, D.C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. Viçosa: UFV, 2011. 5-15p. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2011.

CASSUCE, D.C; TINÔCO, I. F. F; BAÊTA, F.C; ZOLNIER, S; CECON, P.R; VIEIRA, M.F.A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.33, n.1, p.28-36, jan./fev. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. v. 1, n. 3 (2014-) – Brasília: Conab, 2014- v. Trimestral. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 03/05/2015.

CURTIS, S.E.; **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.

DONHAM, K.J. Occupational health hazards and recommended exposure limits for workers in poultry building. In: NATIONAL POULTRY WASTE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2000, Auburn. **Proceedings...** Auburn: Auburn University, 2000. p.92-109.

EGUTE, N. S.; **Estudo do processo para a aceleração da geração de amônia a partir de resíduos avícolas visando à produção de hidrogênio**. Dissertação. (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear). Instituto de pesquisas energéticas e nucleares. São Paulo. 2010.

EKSTRAND, C., ALGERS, B.; SVEDBERG, J. 1997. Rearing conditions and footpad dermatitis in Swedish broiler chickens. **Prev Vet Med**, 31: 167-174.

EMBRAPA, Alice Andrioli Pinheiro. Ismênia França de Brito, **Bem-estar e Produção Animal**, Documentos 93 online, p. 9-18, 2009.

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.

FONG, M., J.W.C. Wong and M.H. Wong. 1999. Review on evaluation of compost maturity and stability of solid waste. **Shanghai Environ. Sci.**, 18: 91-93.

FURLAN, R.L. **Influência da temperatura na produção de frangos de corte**. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. Anais... Chapecó: [s.n.], 2006. p. 104-135.

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.

FURLAN, R.L.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B. et al., Efeito da densidade de alojamento e da temperatura ambiente sobre a temperatura corporal de frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 2, 62. 2000.

FUKAYAMA, E.H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. 2008.

95 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2008.

GRIMES, J.L. Alternatives litter materials for growing poultry. **North Carolina Poultry Industry Newsletter**, v. 1, n. 1, 2004.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os Primeiros Dias de Vida do Frango e a Produtividade Futura. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 11. **Anais. AZEG/ABZ**, p.312-313, Goiania, 2001.

GORGATI, C.Q.; **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. 2001.

GREENE, J.A.; MCITCRACKEN, M. R.; EVANS, R.T. Contact dermatitis of Broilers – clinical and pathological findings. **Avian Pathology**, Abingdon, v.14, p.23-28, 1985.

HAFEZ, E.S.E.; **Adaptacion de los animales domesticos**. Barcelona, Labor, 1973, p. 563.

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

IHNAT, M.; FERNANDES, L. Trace elemental characterization of composted poultry manure. **Bioresource Technology**, v. 57, p. 143-156, 1996.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/distribuicoesProbabilidade> >. Acesso em: 10/03/ 2014.

JORGE, M.A. Cama de frangos de corte: como fazer dela sua aliada na prevenção de enfermidades. In: Conferência Apinco de Ciências e Tecnologias Avícolas, 1991, Santos. **Anais... FACTA**, 21-28.

JULIAN, R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry: a review. **The Veterinary Journal In Press: Corrected Proof**. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. 2004. Acesso em 20/09/2014.

KELLEHER, B. P.; LEAHY, J. J.; HENIHAN, A. M.; O'DWYER, T. F.; SUTTON, D.; LEAHY, M. J. Advances in poultry disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, v.83, p.27-36, 2002.

KIEHL, E. J Fertilizante **Orgânicos**. São Paulo: Editora Agrônômica “Ceres” Ltda., 1985. (p. 229-269) 492 p. E.J. Kiehl. 1985.

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.

KOERKAMP, P.W.G.G. et al. Air quality management and requirements in Europe. In: NATIONAL POULTRY WASTE MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2000, Auburn. **Proceedings...** Auburn: Auburn University, 2000. p.72-79.

KONZEN, Egídio A.; ALVARENGA, Ramon C. Cultivo do milho: fertilidade do solo. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistema de Produção, ISSN 1679-012X1 Versão Eletrônica, 2000.

LAMPKIN, N. **Organic Farming**. Farming Press, UK, 1992.

LANA, Geraldo R.Q. **Avicultura**. Recife: Livraria e Editora Rural Ltda. 2000.

LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M; FILARDI, R.S; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V.; SGAVIOLI, S.; Desempenho, composição, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. **Revista Brasileira Zootecnia.**, v.38, n.10, p.1938-1947, 2009.

LEESON, S. Nutritional considerations of poultry during heat stress. **Word's Poultry Science Journal**, London, v. 42, p. 69-81, 1986.

LEME, P. R.; ALLEONI, G. F.; CAVAGUTI, E. Utilização da cama de frango na alimentação de bovinos. In: Simpósio Sobre Resíduos da Produção Avícola. 2000, Concórdia. Embrapa. **Anais...** Concórdia, 2000. p.44-51.

LIMA, A. M. C. **Avaliação de dois sistemas de produção de frango de corte: uma visão multidisciplinar**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP. 2005.

LOTT, B. Amônia. In: **Avicultura Industrial**. Amônia, Grandes problemas mesmo quando você não vê. Edição 1111/2003. . Disponível em: <
http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=5098&tipo_tabela=cet&categoria=manejo. Acesso em: 03.10.2014.

LOPEZ-REAL, J. 1994. Composting through the ages. **Conferência Down to Earth Composting. Dundee**.

MACARI, M. et al. Produção de frangos de corte. **FACTA**. 2004.

MARTRENCAR, A.; MORISSE, J. P.; HUINNIC, D.; COTTE, J.P.; MOINARD, C. The effect of stocking density and group size on different behavioural and productivity traits of broilers. **5th European Symposium on Poultry Welfare**, Wageningen, Wageningen Agricultural University and ID-DLO, p.153-154, 1997.

MARTLAND, M.F. Wet litter as a cause of plantar pododermatitis leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. **Avian Pathology**, Abingdon, v.13, p.241-252, 1984.

Mc WARD, G.W.; TAYLOR, D.R. Acidified clay litter amendment. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, n.4, p.518-529, 2000.

McILROY, S.G.; GOODAL, E.A.; Mc MURRAY, C.H. A contact dermatite of broilers – epidemiological findings. **Avian Pathology**, Abindon, UK, v.16, n.1, p.93-105, 1987.

MEDEIROS, C. M; BAÊTA, F.C; MIRANDA,R.F; TINÔCO,I.F; ALBINO,L.F; CECON,P.R. Efeitos de temperatura, unidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.13, n.4, p.277 – 286, 2005.

MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.A; MAROSTEGA, J.B; RESTELATTO, R.C; Oliveira, P.A.V.; POSSENTI, J.C. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte. **Archivos de zootecnia**. v. 61, n .234, p. 218-228. 2012,b.

MENDES, M. A. S. Al. **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 (Mestrado em Construções Rurais e Ambientação). Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012a.

MOORE Jr., P.A.; DANIEL. T.C.; EDWARDS, D.R. Reducing phosphorus runoff and inhibiting ammonia loss from poultry manure with aluminum sulfate. **Journal of Environmental Quality**, v.29, n.1, p.29-37, 2000.

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

MOREIRA, F.M.S. e SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras, Editora UFLA, 2002, 626p.

MOUCHREK, E.; JORGE, M.A. Reutilização de cama. **Revista AVIMIG**, ano 2, n. 17, 2001.

NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O. **As perdas de calor das aves: entendendo as trocas de calor com o meio. 2010**. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/img/20100916_trocasdecalor.pdf. Acesso em: 10/09/2014.

NAVARINI, F.C. **Níveis de Proteína Bruta e Balanço Eletrolítico para Frangos de Corte**. 2009. 68 f. Dissertação (Pós – Graduação em Zootecnia)– Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2009.

OLIVEIRA, M. C.; ALMEIDA, C. V.; ANDRADE, D. O.; RODRIGUES, S. M. M.; Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Bras. Zootec.**, v.32, n.4, p.951-954, 2003.

OLIVEIRA. M. C.; BENTO. E. A.; CARVALHO. F. I.; RODRIGUES.S. M. M. Características da cama e desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais e tipos de cama. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, SP. v. 21, n. 3, p. 303-310, 2005.

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.
- PAGANINI, F. J. Manejo da cama. In: MENDES, A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p.107-116.
- PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; Efeito da alta temperatura e da fitase sobre a exigência de fósforo disponível para frangos de corte. **Revista Eletrônica de Pesquisa Animal**, v.01, n.02, p.62-83, 2013.
- PATTERSON, P.H.; ADRIZAL, A. Management strategies to reduce air emissions: emphasis-dust and ammonia. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, p. 638-650, 2005.
- PEREIRA, D. F. ; OLIVEIRA, S. C. ; PENHA, N. L. J. . Logistic regression to estimate the welfare of broiler breeders in relation to environmental and behavioral variables. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 33-40, 2011.
- PERDOMO, C.C. Controle do ambiente e produtividade de frangos de corte: a produção animal na visão dos brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. p. 91-110.
- PONCIANO, P. F. **Predição do desempenho produtivo e temperatura retal de frangos de corte durante os primeiros 21 dias de vida**. 2011. 96 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2011.
- RABELLO, C.B.V. **Produção de aves em clima quente**. In: ZOOTECA. João Pessoa: UFPB/ABZ. p. 1 - 11, mai, 2008.
- REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v.59, p.486, 1980.
- SALGADO, D.D.; NÄÄS, I.A. Avaliação de risco à produção de frango de corte do estado de São Paulo em função da temperatura ambiente. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.367-376, 2010.
- SANTOS, R. C. **Cama de casca de café tratada com condicionadores químicos e sua influência na qualidade do coxim plantar de frangos de corte**. 2009. 69f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- SANTOS, T. M. B., LUCAS JR., J. Utilização de resíduos da avicultura de corte para a produção de energia. In: ZOOTECA'2003; **Congresso Internacional de Zootecnia, 5.; Congresso Nacional de Zootecnia**, 13, 2003, Uberaba-MG, Brasil, 131-141.
- SANTOS, T. M. B.; LUCAS Jr. J.; SAKOMURA, M. K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**, n. 100, 45-52 p. 2005.
- SILVA, R. G. **Biofísica ambiental – os animais e seu ambiente**. Jaboticabal: Funep, 2008. 386 p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, I.J.O. E. VIEIRA, F.M.C. **Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira**. Arch. Zootec. 59 (R): 113-131. 2010.

SILVA, J. H. V.; FILHO, J. J.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; FURTADO, D. A. Efeito do bebedouro e da densidade no desempenho de frangos de corte alojados em alta temperatura. **Revista Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 9, n. 4, out.-dez. 2005.

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

SMITH, M. O.; TEETER, R. G. Potassium balance of the 5 to 8-week-old Broiler Exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on Body weight gain and feed efficiency. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 487- 492, 1987.

SOUZA JR, J. B. F. **Termorregulação e produção de ovos de galinhas Label Rouge em ambiente equatorial semiárido**. 2012. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Reprodução Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

TEIXEIRA, M.P.F.; ABREU, M.L.T. Vitamina C em rações para frangos de corte estressados por calor. **Revista Eletrônica Nutritime**. Viçosa, n. 02, v.8, março/abril 2011.

TEIXEIRA, A. S.; GOMES, A. R.; OLIVEIRA, M. C.; MENEZES, J. F. S.; G, B. N.; G, B. M. Características de camas de frango compostas por bagaço de cana e/ou maravalha. **Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde do IF Goiano. Rio Verde, GO, 2012**.

TERZICH, M. A amônia dos galpões avícolas e o pH da cama. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas, 1997. 304 p.

TESSARO, Amarildo A. **Potencial energético da cama de aviário produzida no sudoeste do paraná utilizada como substrato para produção de biogás**. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), Curitiba, 2011.

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

TINÔCO, I.F.F.; OSORIO, J.A. Control ambiental y La agroindustria de producción animal en el Brasil y América Latina. In: **Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola**, Medellín, Colômbia, 2008.

TINÔCO, I.F.F.; SINGH, Anchu; BICUDO, J.R.; TINÔCO, A.L.A.; GATES, R.S.; CASEY, K.D. ; PESCATORE, A. J. Characterization of Nutrients in Built-up Broiler Litter Using Trench and Random Walk Sampling Methods. **World's Poultry Science Journal**, Lexington - KY - USA, v. 03, n. 05, p. 426-432, 2004.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; PEATON, J.D.; HAVLIN J.L. **Soil fertility and fertilizers**. 5ª ed., New York, 1985.

TOLEDO, A. L.; TAKEARA, P.; BITTENCOURT, L.C.; et.al., Níveis dietéticos de lisina digestível para frangos machos no período de 1 a 11 dias de idade: desempenho e composição corporal. **Rev. Bras. Zootec.** Viçosa, v. 36, n.4, p. 1090-1096, 2007.

TRALDI, A.B.; OLIVEIRA, M.C. GRAVENA, R.A. et al., Avaliação das características da cama reutilizada e das lesões de peito, joelho e coxim plantar em frangos de corte consumindo ração com probiótico. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.71, (supl.), p. 1-749, 2004.

TUCKER, S.A.; WALKER, A.W. Hock burn in broilers. In: **RECENT Advances in Animal Nutrition**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992.

VIERIA, M. F. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente**. 2011. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

WANG, G.; EKSTRAND, C.; SVEDBERG, J. Wet litter and perches a risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. **British Poultry Science**, v.39, n.2, p.191-197, 1993.

WATHES, C.M.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.R. et al. Emissions of aerial pollutants in livestock buildings in Northern Europe: overview of a multinational project. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.3-9, 1998.

WEAVER Jr., W.D.; MEIJERHOF, R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. **Poultry Science**, v.70, p.746-755, 1991.

YAHAV, S. Intensive Poultry Production. Shefayin:Israel, p.1-6, 2000.

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

ZHONGCHAO, T.; ZHANG, Y. A review of effects and control methods of particulate matter in animal indoor environments. **Air and Waste Management Association**, v. 54, p. 845-854, 2004.

ZUCCONI, F.; M. BERTOLDI. 1986. Organic waste stabilization throughout composting and its compatibility with agricultural uses. In: Wise, D.L. **Global bioconversions**. CRC Press. Boca aton. p. 109-137.

