

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**BIODIGESTÃO ANAERÓBIA E CARACTERÍSTICAS DA CAMA DE FRANGOS
OBTIDA SOB DIFERENTES QUANTIDADES INICIAIS DE CASCA DE ARROZ
E TRÊS TIPOS DE COBERTURA DE GALPÕES EM DOURADOS – MS.**

NAUSIRA NORIKO NAMIUCHI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia – Área de Concentração em
Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP
(março de 2002)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**BIODIGESTÃO ANAERÓBIA E CARACTERÍSTICAS DA CAMA DE FRANGOS
OBTIDA SOB DIFERENTES QUANTIDADES INICIAIS DE CASCA DE ARROZ E
TRÊS TIPOS DE COBERTURA DE GALPÕES EM DOURADOS – MS.**

NAUSIRA NORIKO NAMIUCHI

Orientador: Prof. Dr. Jorge de Lucas Junior

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia – Área de Concentração em
Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP
(março de 2002)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "BIODIGESTÃO ANAERÓBIA E CARACTERÍSTICAS DA CAMA DE
FRANGOS OBTIDA SOB DIFERENTES QUANTIDADES INICIAIS DE
CASCA DE ARROZ E TRÊS TIPOS DE COBERTURA DE GALPÕES
EM DOURADOS – MS"**

ALUNA: NAUSIRA NORIKO NAMIUCHI

ORIENTADOR: PROF. DR. JORGE DE LUCAS JUNIOR

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

PROF. DR. JORGE DE LUCAS JUNIOR

PROF. DR. JULIO CÉSAR DAMASCENO

PROFa. Dra. TÂNIA MARA BAPTISTA DOS SANTOS

PROF. DR. ROBERTO ALVES DE OLIVEIRA

PROF. DR. MARIO BENINCASA

Data da Realização: 27 de março de 2002

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

N174b Namiuchi, Nausira Noriko, 1951-
Biodigestão anaeróbia e características da cama de
frangos obtida sob diferentes quantidades iniciais de
casca de arroz e três tipos de cobertura de galpões em
Dourados - MS / Nausira Noriko Namiuchi. -- Botucatu,
[s.n.], 2002
xvi, 123f. : il. color.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas
Orientador: Jorge de Lucas Junior
Inclui bibliografia

1. Digestão anaeróbia 2. Cama de frango 3. Cobertura
morta 4. Dourados (MS) I. Lucas Junior, Jorge de II.
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas
III. Título

Palavras-chave: Cama de frango; Resíduo de frango; Potencial de
produção de biogás; Biogás; Digestão anaeróbia

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nausira Noriko Namiuchi, nascida em 12 de abril de 1951 no município de Eneida– SP, graduou-se em Farmácia-Bioquímica pela Universidade Estadual de Londrina, em 1972. Em agosto de 1974 foi contratada, por concurso, pela Universidade Estadual de Londrina e em 1978 , pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul onde ministra a nível de graduação as disciplinas de Bioquímica Aplicada e Tecnologia de Produtos Agrícolas.

Obteve o título de Mestre em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina em 1987 na área de concentração de Tecnologia de Alimentos.

Além das atividades de ensino e pesquisa, atuou na administração da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como vice-diretora e chefe de departamento.

Ao meu esposo Oswaldo, aos filhos Oswaldo Jr, Nadia, Nickolas,

Mariana e à neta Gabriela,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade concedida,

Aos professores Sérgio Hugo Benez e Edgard Jardim Rosa Junior, pelo empenho na gestão do convênio UNESP/UFMS,

Ao professor Jorge de Lucas Junior, pela orientação, exemplos de profissionalismo, de mestre e amigo,

Aos professores que ministraram disciplinas no convênio e à professora Tânia Mara Baptista dos Santos pela execução das análises de biodigestão, pela dedicação,

Aos professores e funcionários do Departamento de Ciências Agrárias da UFMS, e em especial aos professores Manoel Carlos Gonçalves e Edson Talarico Rodrigues pela colaboração nos procedimentos estatísticos e à professora Yara Brito Chaim Jardim Rosa pelo auxílio na execução dos trabalhos experimentais, pelo apoio e amizade,

Aos diretores, chefe de departamento e funcionários do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias, em particular aos funcionários Deuzelino, Floriano, Galiano, Jesus, Laudelino, Luiz, Milton, Nilton, Osmar e Samuel pela condução dos aviários experimentais e coleta de dados, à laboratorista Elda Barrios de Azambuja Silva pela execução das análises laboratoriais, ao amigo Armando Nobuo Hochica pelo carinho e paciência nos trabalhos gráficos e à banca examinadora pelas correções e sugestões,

À AVIPAL S/A – Avicultura e Agropecuária pelo fornecimento dos pintos e das rações utilizados.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XII
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
4.1 Influência da temperatura, umidade relativa do ar e ventilação.....	10
4.2 Caracterização da cama de frango: aspectos quantitativos e qualitativos.....	13
4.3 Efeito da amônia.....	18
4.4 Fatores que influem na liberação de amônia.....	19
4.5 Digestão anaeróbia dos resíduos de aves.....	21
5 MATERIAL E MÉTODO.....	24
5.1 Definição do experimento.....	25
5.2 Características dos aviários experimentais.....	26
5.3 Cama de frango.....	27
5.3.1 Manejo da cama de frango.....	27
5.3.2 Manejo das aves.....	29
5.4 Animais, densidade populacional e manejo.....	31
5.4.1 Animais e densidade.....	31
5.4.2 Manejo das aves.....	32
5.4.2.1 Alimentação.....	32

5.4.2.2 Aquecimento.....	32
5.4.2.3 Luminosidade.....	33
5.4.3 Manejo do galpão.....	33
5.4.3.1 Manejo das cortinas;.....	33
5.4.3.2 Manejo do sistema de ventilação.....	34
5.4.3.3 Manejo do sistema de nebulização.....	34
5.5 Dados registrados.....	35
5.5.1 Perfil da temperatura de bulbo seco.....	35
5.5.2 Umidade relativa do ar.....	36
5.5.3 Velocidade do vento.....	36
5.5.4 Temperatura da superfície e do interior da cama de aviário.....	36
5.5.5 Peso vivo, consumo de ração e mortalidade.....	37
5.6 Análises bromatológicas.....	37
5.7 Ensaio de biodigestão anaeróbia.....	38
5.7.1 Equipamentos e métodos utilizados para a caracterização dos substratos, dos efluentes e das produções de biogás.....	39
5.7.1.2 Descrição do sistema utilizado.....	39
5.7.1.2 Preparo dos substratos.....	41
5.7.1.3 Determinação da produção do biogás.....	42
5.7.1.4 Determinação dos teores de sólidos totais e voláteis.....	43
5.7.2 Ensaio com camas obtidas na época quente.....	44
5.7.3 Ensaio com camas obtidas na época fria.....	46
5.7 Delineamento estatístico.....	49

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
6.1 Variáveis ambientais.....	50
6.1.1 Temperatura de bulbo seco (Tbs)	51
6.1.2 Umidade Relativa do Ar (UR)	54
6.1.3 Velocidade do Vento (v)	57
6.2 Variáveis relacionadas com o desempenho das aves.....	59
6.2.1 Peso vivo (PV), consumo de ração (CR) e mortalidade (MT).....	59
6.3 Variáveis relacionadas com a cama de frango.....	62
6.3.1 Produção de cama de frango e coeficiente de resíduo.....	62
6.3.2 Proteína bruta (PB), potencial de emissão de amônia (NH ₃), temperatura da superfície (Tsc), e interior (Tic) da cama de frango.....	65 67
6.3.3 Biodigestão anaeróbia das camas.....	79
6.3.3.1 Teores de sólidos totais e voláteis	79
6.3.3.2 Distribuição da produção de biogás.....	80
6.3.3.3. Potenciais de produção de biogás.....	95
7 CONCLUSÕES.....	99
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
APÊNDICE.....	120

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
1 Identificação das camas obtidas nos ensaios de época quente.....	29
2 Identificação das camas obtidas nos ensaios de época fria.....	30
3 Valores médios dos teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) das camas e inóculos utilizados no dia dos abastecimentos – época quente.....	45
4 Componentes de cada substrato (60 kg) e teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV), no abastecimento dos biodigestores com camas obtidas na época quente.....	46
5 Valores médios dos teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) das camas e inóculos utilizados no dia dos abastecimentos – época fria.....	47
6 Componentes de cada substrato (60 kg) e teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV), no abastecimento dos biodigestores com camas obtidas na época fria.....	48
7 Resumo das análises de variância do peso vivo (PV), consumo de ração (CR) e da mortalidade (MT) observados durante as épocas quente e fria.....	60
8 Valores médios de peso vivo (PV), consumo de ração (CR) e da mortalidade (MT) observados durante as épocas quente e fria, para os três galpões, em função das quantidades de cama	61
9 Resumo das análises de variância dos teores da matéria seca (MS), de matéria natural (MN) e de água, expressos em percentagem (%) e em quilos (kg), e do coeficiente de resíduo (Cr) observados no final dos lotes das épocas quente e fria.....	64

- 10 Valores médios dos teores da matéria seca (MS), de matéria natural (MN), de água e do coeficiente de resíduo (Cr), observados no final dos dois lotes de criação da época quente para os três tipos de galpões em função das quantidades de cama (MS.ave^{-1}) 65
- 11 Valores médios dos teores da matéria seca (MS), de matéria natural (MN), de água e do coeficiente de resíduo (Cr), observados no final dos dois lotes de criação da época fria para os três tipos de galpões em função das quantidades de cama. (MS.ave^{-1} .)..... 66
- 12 Resumo das análises de variância do potencial de emissão de amônia (NH_3), dos teores de proteína bruta (PB), da temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango observados no final dos lotes das épocas quente e fria... 69
- 13 Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH_3), dos teores de proteína bruta (PB) e da temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango, observados no final dos dois lotes de criação da época quente, nos três galpões, em função das quantidades de cama (MS.ave^{-1})..... 70
- 14 Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH_3), dos teores de proteína bruta (PB), da temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango, observados no final dos dois lotes de criação da época fria, nos três galpões, em função das quantidades de cama (MS.ave^{-1})..... 71
- 15 Teores de sólidos totais e voláteis, em porcentagem e em massa e redução e SV em porcentagem, para camas obtidas nos diferentes galpões e lotes de criação na época quente..... 81
- 16 Teores de sólidos totais e voláteis em porcentagem e em massa e redução e SV,

	em porcentagem, para camas obtidas nos diferentes galpões e lotes de criação, na época fria	82
17	Produção média de biogás, acumulada de sete dias (m^3), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão AMC, nos dois lotes de criação, época quente.....	83
18	Produção média de biogás, acumulada de sete dias (m^3), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão AMB, nos dois lotes de criação, época quente.....	84
19	Produção média de biogás, acumulada de sete dias (m^3), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão ALU, nos dois lotes de criação, época quente.....	85
20	Produção média de biogás, acumulada de sete dias (m^3), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão AMC, nos dois lotes de criação, época fria.....	86
21	Produção média de biogás, acumulada de sete dias (m^3), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão AMB, nos dois lotes de criação, época fria.....	87
22	Produção média de biogás, acumulada de sete dias (m^3), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão ALU, nos dois lotes de criação, época fria.....	88
23	Resumo das análises de variância dos potenciais de produção de biogás em m^3/kg de substrato, sólidos totais adicionados, sólidos voláteis adicionados, sólidos	

	voláteis destruídos e cama.....	96
24	Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20° C e 1 atm., para as camas obtidas na época quente, durante os dois lotes de criação.....	97
25	Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20° C e 1 atm., para as camas obtidas na época fria, durante os dois lote de criação.....	98
1A	Valores semanais da temperatura máxima(Tmax), da temperatura mínima (Tmin), da temperatura média (Tm), da umidade relativa (UR) do ar e precipitação pluviométrica (Pp) registradas durante o período experimental	121
2A	Composição centesimal das rações utilizadas durante 42 dias de criação.....	122

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 Esquema dos biodigestores batelada, medidas em mm.....	40
2 Valores médios da temperatura de bulbo seco (Tbs) observados nos três galpões (AMC, AMB, ALU), nos dois lotes de criação da época quente, em função dos horários das observações.....	52
3 Valores médios da temperatura de bulbo seco (Tbs) observados nos três galpões (AMC, AMB, ALU), nos dois lotes de criação da época fria, em função dos horários das observações.....	53
4 Valores médios da umidade relativa do ar (UR) observados nos três galpões (AMC, AMB, ALU), nos dois lotes de criação da época quente, em função dos horários das observações.....	55
5 Valores médios da umidade relativa do ar (UR) observados nos três galpões (AMC, AMB, ALU), nos dois lotes de criação da época fria, em função dos horários das observações.....	56
6 Valores médios da velocidade do vento observados nos três galpões (AMC, AMB, ALU), nos dois lotes de criação das épocas quente e fria, em função dos horários das observações.....	58
7 Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH ₃) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois lotes de criação, da época quente, em função da idade das aves (dias).....	72
8 Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH ₃) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois	

	lotes de criação, da época fria, em função da idade das aves (dias).....	73
9	Valores médios da proteína bruta (PB), observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois lotes de criação, da época quente.....	74
10	Valores médios da proteína bruta (PB), observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois lotes de criação, da época fria.....	74
11	Valores médios de temperatura de superfície de cama (Tsc), observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois lotes de criação, da época quente em função das semanas de criação.....	75
12	Valores médios de temperatura de superfície de cama (Tsc), observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois lotes de criação, da época fria em função das semanas de criação.....	76
13	Valores médios de temperatura interna da cama (Tic), observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois lotes de criação, da época quente em função das semanas de criação.....	77
14	Valores médios de temperatura interna da cama (Tic), observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de MS.ave ⁻¹ , nos dois lotes de criação, da época fria em função das semanas de criação.....	78
15	Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m ³ , para as camas obtidas em diferentes alturas, durante a época quente, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b)-Galpão AMC.....	89
16	Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m ³ , para as camas obtidas	

- em diferentes alturas, durante a época quente, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b)-Galpão AMB..... 90
- 17 Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m^3 , para as camas obtidas em diferentes alturas, durante a época quente, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b)-Galpão ALU..... 91
- 18 Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m^3 , para as camas obtidas em diferentes alturas, durante a época fria, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b)-Galpão AMC..... 92
- 19 Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m^3 , para as camas obtidas em diferentes alturas, durante a época fria, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b)-Galpão AMB..... 93
- 20 Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m^3 , para as camas obtidas em diferentes alturas, durante a época fria, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b)-Galpão ALU..... 94

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

adic. = adicionado

AMC = cobertura de telha de fibrocimento sem pintura

AMB = cobertura de telha de fibrocimento com pintura branca

ALU = cobertura de telha de alumínio PV = peso vivo

Cr = coeficiente de resíduo

CR = consumo de ração

CV = coeficiente de variação

dest. = destruído

m³ = metro cúbico

MN = matéria natural

MS = matéria seca

MT = mortalidade

ns= não significativo

NH₃ = potencial de emissão de amônia

PB = proteína bruta

ST = sólidos totais

SV = sólidos voláteis

Tic = temperatura do interior da cama

Tbs= temperatura de bulbo seco

Tsc = temperatura de superfície da cama

UR = umidade relativa do ar

v = velocidade do vento

1 RESUMO

Foram avaliadas as características quantitativas, qualitativas e o potencial e distribuição da produção de biogás, da cama de frangos de corte. Os estudos foram realizados em galpões experimentais, laboratórios e biodigestores. O experimento foi analisado como inteiramente casualizado, adotando-se esquema fatorial $4 \times 3 \times 2$ considerando quatro quantidades de cama (0,4, 0,5, 0,6 e 0,7 kg MS.ave⁻¹), três materiais de cobertura dos galpões AMC (telha de fibrocimento), AMB (fibrocimento com pintura) e ALU (alumínio ondulado) e dois lotes de criação de aves em camas com uma utilização e reutilização em Dourados – MS. O ambiente dos galpões, proporcionado pelos diferentes tipos de cobertura foi caracterizado a partir de índices de temperatura do bulbo seco, umidade relativa e velocidade do vento. Para avaliar o desempenho animal foram observados: o peso vivo, consumo de ração e mortalidade e para a quantificação da cama, foram estudados peso da cama produzida, teor de matéria seca, coeficiente de resíduo, umidade, proteína bruta, potencial de emissão de amônia, temperatura da superfície e do interior da cama de frango e

produção de biogás. Pelos resultados obtidos verificou-se que os galpões com diferentes materiais de cobertura apresentaram características semelhantes para os valores de temperatura de bulbo seco, considerando os dois lotes de criação e épocas quente e fria. Os valores de umidade relativa para as épocas quente e fria, registrados a 0,3 m de altura, ocorreram entre 50 e 70%, limites considerados confortáveis para aves adultas e os maiores valores da velocidade do vento foram observados nas horas mais quentes do dia, favorecendo as trocas térmicas entre o animal e o meio. Durante o primeiro lote das épocas quente e fria, a variável mortalidade apresentou maiores valores sobre camas com 0,5 kg MS.ave⁻¹ do galpão AMB e no galpão AMC sobre camas com 0,6 e 0,7 kg MS.ave⁻¹, respectivamente. Os maiores índices de peso vivo e os menores índices de mortalidade foram registrados nos lotes criados em camas reutilizadas. Observou-se maior teor de matéria seca e menor teor de umidade nas camas reutilizadas e, menor valor de coeficiente de resíduo quando se utilizou menor quantidade de cama. A reutilização da cama permitiu maior teor de proteína bruta e conseqüentemente menor emissão de amônia. Os substratos (cama de frangos) submetidos a biodigestão anaeróbia que apresentavam menor quantidade de casca de arroz por ave alojada nos boxes, apresentaram maiores reduções nos teores de sólidos voláteis. Os maiores valores de produção de biogás foram observados nas camas reutilizadas no segundo lote, tanto para as épocas quente e fria, em menores quantidades de cama adicionadas no início da criação. A cobertura dos galpões interferiu nos potenciais de produção de biogás, obtendo-se menores valores nas camas obtidas sob cobertura de fibrocimento sem pintura (AMC).

Palavras chaves: cama de frango, resíduo de frango, potencial de produção de biogás, biogás, digestão anaeróbia

ANAEROBIC BIODIGESTION AND CHARACTERISTICS OF POULTRY LITTER OBTAINED UNDER DIFFERENT INITIAL QUANTITIES OF RICE HUSK AND THREE TYPES OF AVIARY COVERINGS IN DOURADOS – MS. Botucatu, 2001. 125 p.

(Tese em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: NAUSIRA NORIKO NAMIUCHI

Adviser: JORGE DE LUCAS JUNIOR

SUMMARY

Quantitative, qualitative characteristics and potential and biogas distribution from poultry litter were evaluated.. The experiment was analyzed as a completely randomized, using a 4x3x2 factorial scheme established by four quantities of litter (0.4; 0.5; 0.6 and 0.7 kgMS.bird⁻¹), three covering materials of aviaries: AMC (asbestos cement tile), AMB (asbestos cement tile with painting) and ALU (wavy aluminum tile) and two lots of breeding in Dourados – MS. Aviary environment, which was promoted by different kinds of covering, was characterized descriptively considering dried bulb temperature index, humidity index and wind velocity. In order to evaluate broiler performance, it was observed: live weight, ration consumption, mortality and for poultry litter quantification: produced litter weight, dry matter content, residue coefficient, dampness, crude protein, ammonia emission potential, surface, and inside temperature of poultry litter and biogas production were studied. It was verified that aviaries with different covering materials showed similar characteristics for values of dried bulb temperature considering both two rearing breeding and hot and cold seasons. Humidity values for cold and hot seasons, recorded at 0.3m height were from 50 to 70%, limits considered comfortable to adult broilers and the highest values of wind velocity were observed on hotter hours of the day, which favored thermal exchange between broiler and environment. During first breeding period of hot and cold seasons, mortality characteristic

showed the highest registers in litter with $0.5 \text{ kgMSavian}^{-1}$ of AMB aviary and in AMC aviary in litters with 0.6 and $0.7 \text{ kgMSavian}^{-1}$, respectively. The highest indices of body weight and the smallest indices of mortality were registered in lots which broilers were grew in re-used litter. It was observed the highest dry matter content and the smallest coefficient residue value when it was used smaller quantify of litter. Re-using litter allow high crude protein content and consequently smaller emission of ammonia. Substract submitted to anaerobic digestion which had those litters with smaller quantity of rice husk per avian placed in plots showed the highest reduction in solid volatile contents, and the highest values of biogas production, as for hot and cold seasons and AMC aviary showed the lowest values.

3 INTRODUÇÃO

A avicultura consolida-se atualmente como uma das mais importantes fontes de proteína animal para a população mundial. A produção mundial cresceu sistematicamente nos últimos trinta anos, passando de 7,47 milhões de toneladas, em 1970, para 40 milhões de toneladas de carne no final do ano 2000 (Santos Filho *et al.*, 2000).

No Brasil, o acréscimo anual médio na produção de aves, nos últimos trinta anos foi de 10,64% e em Mato Grosso do Sul a avicultura tornou-se atividade alternativa para pequeno e médio produtor, os quais utilizam o sistema cooperativo de produção.

Na região da Grande Dourados - MS, há duas grandes empresas: a Empresa AVIPAL (Avicultura e Agropecuária S.A) que integra cerca de 480 aviários com uma média de 15.000 frangos por galpão (cerca de 30 milhões de aves/ano), utilizando como principal fonte de substrato para a cama ,a maravalha e a casca de arroz em diferentes alturas (0,04 a 0,06 m). Normalmente adota-se a reutilização da cama em outros lotes de criação, com camada profilática de 0,01 m de cama nova entre um lote e outro, o que leva à produção de cerca de 120 m³ de cama por galpão a cada 60 dias. A segunda empresa, FRANGOSUL S. A

AGROAVÍCOLA INDUSTRIAL, integra 143 produtores com 207 aviários, produzindo em cada ciclo de quarenta e cinco dias, 5.617 toneladas de frangos vivos.

A produção de material protéico em larga escala enfrenta, nos países tropicais problemas de condições ambientais, principalmente no que se refere ao microclima (fatores biofísicos) que atua diretamente sobre a ave. As variáveis de microambiente são controladas nos sistemas de alojamento avícola e influenciam na qualidade e na quantidade de produção.

As variáveis como a temperatura, velocidade do ar, umidade relativa, material utilizado como cama de frango e teor de amônia são parâmetros de avaliação da qualidade do ambiente no desempenho das aves. Em climas tropicais e subtropicais, a exemplo do Brasil, temperatura e umidade relativa do ar elevados, especialmente no verão, diminuem o desempenho produtivo dos plantéis, afetando a criação de aves.

As instalações para frangos de corte apresentam modificações constantes procurando tirar as vantagens que a criação oferece, ou seja, ciclos de produção de curta duração devido à precocidade ou velocidade de crescimento da ave; entretanto, persiste o aspecto econômico de se criar o frango de corte em altas densidades. Dessa forma, a avicultura moderna passa a considerar o ambiente no qual as aves são criadas como fator determinante na obtenção de benefícios e máximo desempenho produtivo. Por outro lado, a questão "cama" ainda persiste como objetivo das pesquisas sobre instalações ideais, assim como o seu manejo em várias explorações.

A cama de frango deve ser manejada para controlar o nível de umidade, produção de amônia, sanidade das aves além de absorção de umidade, diluição das excretas, manutenção térmica e isolamento da dureza do piso. A matéria prima do piso ou

cama, o número de lotes criados sobre a mesma cama, altura da cama, número de aves por unidade de área, tipo de comedouro e estação do ano, são fatores importantes que contribuem para a grande variabilidade na composição química da cama. A cama de frango, depois de retirada dos galpões, vem sendo reciclada em diferentes formas, como na conversão energética e de nutrientes para plantas e animais (Abreu, 1999).

Devido o aumento na demanda de carne de frango e com conseqüente produção excessiva de resíduo nos galpões de criação, a cama de frango logo após a sua retirada dos galpões, tem sido utilizada principalmente como adubo orgânico, porém o potencial energético deste material não pode ser desconsiderado, principalmente numa atividade de alto consumo de energia como ocorre nos galpões.

A digestão anaeróbia pode ser utilizada no tratamento destes resíduos, para a redução do poder poluente, dos riscos sanitários dos dejetos e obtenção de subprodutos como o biogás e o biofertilizante, contribuindo para a diminuição da poluição ambiental, contaminação de solos e contaminação da água subterrânea e de superfície.

3.1 Objetivos

3.1.1. Geral

Analisar a cama de frango produzida nas condições ambientais de Dourados – MS quanto a qualidade e quantidade e o potencial de produção de biogás

3.1.2. Específicos

Verificar os efeitos dos tipos de coberturas, diferentes quantidades de substrato na qualidade da cama de frango considerando dois lotes e duas épocas de criação;

Avaliar o efeito de coberturas e diferentes quantidades de substrato nos parâmetros de desempenho animal, considerando dois lotes e duas épocas de criação;

Verificar os efeitos de uma utilização e reutilização da cama de frango em duas épocas de criação sobre produção de cama e seu potencial para produção de biogás;

4 REVISÃO DE LITERATURA

As pesquisas na área de produção animal têm se direcionado nos últimos anos, a aspectos relacionados ao manejo dos dejetos, pois a intensificação da produção, com o confinamento de várias espécies animais tem aumentado (Bellaver *et al.*, 1983).

O controle de ambientes para animais domésticos é importante, uma vez que condições extremas de temperatura e umidade relativa do ar podem ocasionar perdas de produção, de reprodução ou de trabalho (Kelly *et al.*, 1950, Kelly *et al.*, 1954 e Hall e Osburn, 1969).

O principal problema é determinar a exata combinação dos fatores ambientais que tornam o ambiente desfavorável, uma vez que, para uma mesma espécie animal, ocorrem diferenças entre os indivíduos quanto à idade, ao estágio de produção e de reprodução, à raça, ao sexo e outros fatores (Buffington *et al.*, 1981).

Um ambiente é considerado confortável quando o calor produzido pelo metabolismo animal é perdido para o meio ambiente sem prejuízo apreciável do rendimento

animal. Qualquer alteração do equilíbrio térmico entre o animal e o meio ambiente caracteriza o estresse pelo calor (Bond *et al.*, 1954).

O ganho de peso ou a produção animal é o resultado do potencial animal e suas interações com a nutrição, sanidade e fatores físicos. As condições de temperatura, umidade e luminosidade apresentam variações sazonais e diárias. Aliado aos fatores ambientais, a ave produz gás carbônico, água e amônia (proveniente da decomposição microbiana do ácido úrico) que, em condições de confinamento, alteram o ambiente dentro das instalações avícolas (Baião, 1995).

4.1 Influência da temperatura ambiente, umidade relativa do ar e ventilação

A temperatura ambiente pode ser considerada como um dos principais fatores físicos limitantes ao desenvolvimento das aves. Aliada a altos valores de umidade relativa do ar e a uma ventilação deficitária pode interferir no consumo de ração, acarretando diminuição na produtividade. A situação se agrava considerando que no Brasil a amplitude de variação climática é muito grande.

Uma ave adulta apresenta temperatura corporal que varia entre 41 e 42°C e para manter esta homeotermia o animal gasta 80% da energia consumida e apenas 20% destina-se à produção (Rutz, 1994, citado por Baião, 1995).

Wang *et al.* (1989) citados por Daghir (1995) salientaram que quando o aumento da temperatura ambiente for superior a 30 °C, a temperatura corporal da ave aumenta mais rapidamente. Vários autores (Milligan e Winn, 1964, , Macari, 1996, Tinôco,

1998 e Oliveira *et al.*, 2001), afirmaram que a temperatura ótima para frangos de corte é de 35°C na primeira semana de vida e que deve oscilar entre 15 e 26 °C na fase de engorda.

Bampi (1994) observou que o aumento da temperatura ambiente induziu redução do consumo de ração e que os maiores valores de consumo ocorreram em temperatura de 21,1°C quando comparados com os valores observados em 26,7°C, 32,0 °C e 37,8°C, durante as oito semanas de idade das aves.

A umidade relativa do ar é outro fator que altera a dinâmica ambiental na instalação, assim como a ventilação deficiente, no interior dos galpões avícolas. As aves apresentam perda de calor por meio da respiração devido à ausência de glândulas sudoríparas, sendo que o aumento da frequência respiratória decompõe o ácido carbônico reduzindo a relação ácido-base, podendo ocasionar a morte das aves devido à alcalose respiratória (Müller, 1982, Teeter, 1990, e Bampi, 1994)

Daghir (1995) verificou aumento no consumo de água associado a um decréscimo no consumo de alimento, devido à maior atividade respiratória das aves.

Em condições de altas temperaturas, a movimentação do ar é um fator indispensável à melhoria das condições ambientais. Para a temperatura ambiente abaixo da temperatura corporal das aves, a dissipação do calor na forma evaporativa é favorecida. Quando a renovação do ar ao redor dos animais é promovida por outro ar mais frio e menos úmido, favorece a dissipação de calor do animal para o ambiente, possibilitando a circulação do ar ambiente com maiores taxas de oxigênio e menores de gás carbônico e amônia (Ferreira, 1997).

Drury (1966) citado por Hellickson e Walker (1983), conduzindo experimentos com frangos de corte com três a oito semanas de idade, com umidade controlada

e temperatura variando entre 21°C a 36°C durante o dia, observou aumento de ganho de peso , quando a velocidade do ar passou de 0,1 m.s⁻¹ para 2,7 m.s⁻¹.

Estudos feitos por Milligan e Winn (1964), citados por Lopes (1993), indicaram que na interação temperatura e umidade, frangos mantidos em temperaturas entre 35°C e 37°C são sensíveis à alta umidade do ar. Em temperatura de 24°C, o aumento da umidade relativa do ar proporcionou um decréscimo no desempenho desses animais enquanto para temperaturas inferiores a 15,5°C não registrou influência da umidade nos parâmetros de avaliação das aves.

A ventilação natural nos climas quentes, segundo Targa (1993), é a melhor forma de proporcionar conforto térmico e higiene de ambiente. Tinôco (1998) citou que as variações térmicas em aviários se devem às trocas térmicas entre ambiente e sua vizinhança e as trocas térmicas de aquecimento e resfriamento propiciadas pela ventilação. Os estudos direcionados para o conforto térmico de instalações avícolas apontam para o fato de que no verão, a insolação contribui com uma parcela substancial de calor que penetra na construção.

Vários autores estudaram nestes últimos dez anos as combinações com relação ao melhor tipo de cobertura assim como sua influência no conforto térmico e desempenho animal. Estudos comparando a época de criação e o número de ciclos e densidade populacional foram também avaliados (Goldflus *et al.*, 1994, Ernst, 1995, Teeter *et al.*, 1996, Santos *et al.*, 1997 e Paganini, 2000).

Campos (1995) citou a criação de aves em alta densidade como um dos avanços recentes da avicultura e como consequência observou maior produção de subprodutos das atividades metabólicas das aves, como calor, maior quantidade de excretas, umidade da

cama e mais amônia no ar. Oliveira *et al.* (2000), estudando o efeito da utilização de isolante térmico de telhados sobre frangos criados em cama de maravalha com diferentes densidades, verificaram que houve interação entre as densidades e a temperatura das camas na superfície e o interior desta, onde a temperatura pela manhã no interior da cama foi cerca de quatro graus centígrados mais alta que na superfície para todas as densidades.

Segundo Baião (1995) o empastamento da cama induz aumento da umidade relativa do ambiente comprometendo a perda de calor das aves por meio da evaporação por via respiratória favorecendo a decomposição microbiana do ácido úrico, ambos prejudiciais à produção avícola.

4.2 Caracterização da cama de frango: aspectos quantitativos e qualitativos

A cama de frango pode ser definida como produto resultante dos excrementos das aves, detritos alimentares, penas e material absorvente utilizado como piso nos galpões. Os materiais comumente empregados como piso são casca de arroz, casca de amendoim, palhas, sabugo de milho triturado, bagaço de cana e capim elefante e napier triturado. Esses materiais têm a propriedade de evitar a umidade e o frio, além de diminuir a aderência das dejeções e facilitarem a remoção do esterco no final de cada ciclo de criação (Lancini, 1986).

A composição, a quantidade e características da cama de frango variam de acordo com o tipo de material, número de aves.m⁻², duração do ciclo, número de lotes criados, tempo de armazenagem, além de fatores de manejo, ambiental e fisiológico que

podem influenciar na produção e composição físico-química da cama em determinada época e localização (Alves *et al.*, 1991, Weaver e Mejeihof, 1991, Perkins *et al.*, 1964 e Edwards e Daniel, 1992, citados por Santos, 1997) .

Em função da disponibilidade o material mais usado como cama de frango em regiões avícolas, segundo vários autores, é a casca de arroz que, mesmo com baixa capacidade de absorção, apresenta empastamento devido ao uso contínuo de nebulização e a prática da reutilização. Mizubuti *et al.* (1994) comparando outros materiais de origem vegetal e em condições brasileiras como casca de arroz, capim colônia e napier, não obtiveram diferenças significativas nos parâmetros mortalidade, ganho de peso, consumo de alimentos e conversão alimentar.

Moucherek *et al.*(1987) estudando vários tipos de cama (cepilho de madeira, casca de arroz, sabugo de milho, capim napier e capim braquiária) observaram efeito significativo apenas sobre a conversão alimentar no desempenho de frangos de corte. Por outro lado, Dias *et al.*(1987) e Moucherek *et al.*(1992b) não encontraram efeitos significativos dos diferentes tipos de cama estudados sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Ângelo *et al.*(1997) constataram que o feno de braquiária pode substituir a maravalha e casca de arroz como cama de frango e que os fenos de napier e *coast-cross*, embora não determinem prejuízos de desempenho e taxas de mortalidade, exigem manejo constante e podem causar lesões de joelho e coxim plantar.

A quantificação e a qualificação do resíduo aviário, devem ser realizadas para o seu devido aproveitamento, além de se considerar aspectos relacionados à sazonalidade. De acordo com Risser (1985) e Strehler e Sützle (1987), a relação da quantidade

total do resíduo (base seca) e da massa de colheita com umidade é definida como coeficiente de resíduo (Cr) que, juntamente com o coeficiente de disponibilidade (Cd)- que é a relação entre a quantidade de resíduos disponíveis (base seca) e a massa de resíduos (%) - tem sido aplicados em estudos sobre aproveitamento de resíduos de origem vegetal. No que se refere ao coeficiente de disponibilidade, observa-se que o índice apresentado para as atividades de produção avícola é igual a um, o que se deve principalmente ao fato do manejo adotar o confinamento total das aves, permitindo a recuperação da totalidade dos resíduos gerados.

Segundo Santos (1997) a fórmula para o cálculo do coeficiente de resíduo (Cr) foi adaptado de Risser (1985) e Strehler e Sützle (1987), considerando as produções médias de camas e os pesos médios das aves. ou seja a relação entre kg de matéria seca de cama por ave alojada e kg de peso vivo.

Alves *et al.* (1991) citaram a produção de 2,516 kg (matéria natural) de cama / frango, sendo 1,516 kg referentes aos detritos gerados pelo frango, num período de criação de 49 dias. Segundo dados de Weaver e Meijerhoff (1991), a criação de frangos até os 47 dias resulta em cerca de 1,40 kg de cama/frango com produção entre 1,67 a 1,73 kg/frango.

As fezes produzidas por frango de corte possuem 60 a 70% de água e, juntamente com a água evaporada por via respiratória, são as principais fontes de umidade para o ambiente e para a cama. Um lote de 15.000 frangos, à temperatura de 21°C, alojados na densidade de 10 aves.m⁻² e pesando em média 2,3 kg, produzem 3.270 kg de água por dia em uma área de 1500 m², ou seja, 2,18 litros de água.m⁻². dia⁻¹ (Baião, 1995).

Santos *et al.* (1999) avaliaram o efeito de diferentes materiais de cama e granulometria sobre o desempenho de frangos de corte e obtiveram maiores valores para a

variável peso vivo e menores para conversão alimentar aos 42 dias de idade e observaram que a redução do tamanho de partículas da cama implicou em menor umidade da cama, maior densidade e menor altura da cama durante a criação, proporcionando melhor desempenho das aves.

Conte *et al.* (1999) estudando também o desempenho de frangos de corte, em duas densidades de criação (10 e 40 aves.m⁻²) e em dois tipos de cama (casca de arroz inteira e casca de arroz moída) até 21 dias de criação, verificaram que a umidade foi menor na cama de casca de arroz moída e as aves criadas na densidade de 10 aves/m² apresentaram melhor ganho de peso e melhor fator de produção.

Diversos são os dados na literatura que mostram as diferenças na composição bromatológica e físico-química de diferentes tipos de cama; porém, observa-se que, embora existindo diferenças, os valores nutricionais se mostram adequados para alimentação animal, independente do tipo de material empregado como cama. A proteína bruta é um dos componentes importantes da cama quando considerada como ingrediente alimentar para ruminantes. A maior parte do nitrogênio está na forma solúvel e o teor médio de matéria bruta varia de 10,29 a 27,4% podendo atingir cerca de 30% em base seca (Bhattacharya e Taylor, 1975, Nogueira Filho, 1983, Egaña *et al.*, 1986, Pastori *et al.*, 1986, Alves *et al.*, 1991, Melo, 1992, Ávila *et al.*, 1993, Sampaio *et al.*, 1995 e Santos, 1997), entretanto, o uso da cama de frango na alimentação de ruminantes tem sido inviabilizado por questões de normas sanitárias a nível internacional.

Analisando o efeito do tempo de estocagem sobre a composição bromatológica da cama de frango (casca de amendoim), Oliveira *et al.* (1988) verificaram que

houve alteração na composição, melhorando o seu teor energético e proteico, recomendando um período máximo de 28 dias para a estocagem.

Barra *et al.* (2000) analisaram a composição químico-bromatológica da cama de frango em três tipos de acondicionamento (sacos plásticos, sacos de rafia e a granel), cinco períodos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias) e observaram que os teores de proteína bruta aumentaram a partir de 60 dias, sendo os maiores valores nas camas acondicionadas em sacos plásticos (24,07%) e a granel (23,44%) enquanto a matéria orgânica e energia bruta não foram influenciados pelos tratamentos.

Santos *et al.* (1997), estudando três tipos de cama obtidas em um ciclo de criação de frangos de corte e reutilizadas em outro ciclo, encontraram valores maiores de proteína bruta na cama reutilizada, sendo que a cama de capim napier teve 13% mais proteína bruta que a cama de maravalha, teores mais elevados de N, P, K, e Mg; porém, não foram observadas diferenças significativas nos teores de Ca, S, de micronutrientes e de metais pesados. A reutilização mostrou-se importante pelo aumento nos teores de nutrientes, destacando que o teor de nitrogênio aumentou 62,22% em relação ao primeiro ciclo de criação.

Quanto à reutilização da cama, observa-se que esta é uma alternativa viável para aquelas regiões em que há dificuldade de obtenção do material base. A cama pode ser reutilizada de uma a seis vezes (Azahan, 1982, Lien *et al.*, 1992, Malone, 1992 e Brake *et al.*, 1993), sem que haja diferenças significativas no que se refere à mortalidade, ganho de peso, consumo, eficiência alimentar e qualidade de carcaças. As restrições técnicas à reutilização de cama de frango vêm, progressivamente, cedendo espaço à bem sucedida adoção do método por muitos criadores. Reutilizar cama, entretanto, não significa

desconhecimento dos riscos associados ao método, ou desatenção aos cuidados de limpeza e desinfecção das instalações (Jorge *et al.*, 1997).

Azahan (1982) utilizou a mesma cama de maravalha durante seis ciclos de criação de frangos (cinco reutilizações) e observou que as diferenças com cama nova não foram significativas quanto a mortalidade e qualidade das carcaças. Malone *et al.* (1990), citados por Santos (1997), também não observaram diferenças no desempenho das aves, porém com apenas um reaproveitamento.

4.3 Efeito da amônia

Os compostos nitrogenados como ácido úrico, uréia, amônia/ amônio e as proteínas não digeridas são fontes potenciais de volatilização de amônia. O ácido úrico e as proteínas não digeridas constituem os dois principais componentes nitrogenados das fezes, representando 70% e 30% do total de nitrogênio, respectivamente. O principal mecanismo de formação de amônia ocorre através da decomposição microbiana (aeróbia e anaeróbia) do ácido úrico (Baião, 1995).

Vários experimentos têm sido conduzidos com a finalidade de verificar a influência da presença da amônia nos galpões avícolas. A produção de amônia no esterco de aves em gaiola (esterco pastoso) pode chegar a $83 \text{ g.ave}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, o que em um galpão de 10.000 aves corresponde a 830 kg de amônia por ano. Segundo Baião (1995), níveis acima de 100 ppm no ar provocam uma redução na taxa e profundidade da respiração levando a uma redução na taxa de evaporação, consequentemente, altas concentrações de amônia comprometem a perda de calor.

De acordo com Koerkamp (1994), as maiores taxas de liberação de amônia ocorrem quando o esterco (material natural) apresenta cerca de 40-50% de umidade.

Conforme estudos realizados por Anderson *et al.* (1964) frangos expostos a 20 ppm de amônia no ar, durante 72 horas consecutivas, apresentaram maior susceptibilidade às doenças viróticas. Reece *et al.* (1980) submetendo as aves a diferentes teores de amônia (0, 50, 100 e 200 ppm) na atmosfera dos galpões durante 28 dias, observaram que a exposição à amônia afetou o ganho de peso, a conversão alimentar e a mortalidade durante a criação.

Um modelo desenvolvido por Attar e Brake (1989), no qual combinou o conhecimento do aspecto técnico-econômico da produção e do controle da amônia presente na cama de aviário (ganho de peso, viabilidade, doenças e custos com ventilação) mostrou que valores acima de 36 ppm de amônia causaram perda líquida para o integrador e o integrado.

Johnson *et al.* (1991) verificaram que os agentes estressores (amônia do ar e/ou calor ambiental) prejudicaram o desempenho das aves quanto ao ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, sendo que os maiores efeitos foram no segundo ciclo de criação.

4.4 Fatores que influem na liberação de amônia

As degradações do ácido úrico e proteínas são influenciadas pela temperatura, pH e umidade da cama de frango. Temperaturas entre 25°C e 30°C e pH acima de

5,5 provocam rápida taxa de degradação desses compostos e a produção da amônia está na dependência da umidade da cama (Baião, 1995).

Analizando a cama de frango submetida às densidades de 10, 14, 18 e 22 aves.m² de piso e com três épocas diferentes de amostragem (24, 38 e 42 dias de confinamento das aves), Hernandes (1997) obteve teores crescentes de nitrogênio total, nitrogênio solúvel, umidade e volatilização de amônia, em função do tempo de confinamento. No entanto, verificou que a volatilização da amônia não apresentou relação direta com o teor das diferentes frações nitrogenadas mas sim com o teor de umidade da cama aviária.

Weaver Junior e Meijerhof (1991) citado por Hernandes (1997), estudando diferentes umidades relativas do ar e circulação interna do ar em galpões, observaram que o peso corporal das aves foi significativamente maior em aves expostas a umidades menores (45%).

Segundo Hardoim (1995), a amônia presente nas camas de aviário começa a ser liberada para o ambiente quando a umidade relativa da cama se encontra entre 15 a 30%.

Elwinger (1995), citado por Oliveira *et al.* (2000), estudando o efeito da densidade populacional na produção de frangos de corte e nas condições ambientais, concluiu que o aumento da densidade influenciou negativamente no crescimento das aves e levou à maior concentração de umidade, amônia e gás carbônico no período próximo ao abate.

4.5. Digestão anaeróbia dos resíduos de aves

Na digestão anaeróbia, o processo se desenvolve em diferentes estádios de interações entre microrganismos e substratos onde bactérias hidrolíticas fermentam moléculas orgânicas complexas (polissacarídeos, lipídeos e proteínas), bactérias acetogênicas fermentam ácidos voláteis de cadeia maior que o ácido acético e bactérias metanogênicas fermentam H_2/CO_2 , compostos de um carbono, acetato e produz o metano (Zeikus, 1980).

O processo de biodigestão é, portanto, a decomposição anaeróbia da matéria orgânica, principalmente de dejetos animais e resíduos vegetais por bactérias metanogênicas. O biogás obtido como produto é composto de 60-80% de metano (CH_4) e de 20-40% de gás carbônico (CO_2), 20% de material orgânico que continua em dissolução, e 1 a 2% de novos organismos no efluente (Arrieta e Cantera, 1999, citados por Berni e Bajay, 2000). Antes da utilização do biogás é necessário a remoção do gás sulfeto de hidrogênio presente também na mistura gasosa em torno de 1,5% por afetar motores de combustão interna e outros equipamentos. A biodigestão deve ser vista como uma tecnologia de produção de energia, tratamento de resíduos orgânicos e produção de fertilizante (Batista, 1981).

A formação do metano como produto final no processo de estabilização anaeróbia depende da existência de população com funções metabólicas distintas e em proporções tais que permitam a manutenção do fluxo de substrato e energia sob controle (Santos, 1997).

O início da operação de um biodigestor está ligado à sequência bioquímica das transformações metabólicas e de uma série de fatores que interferem no

processo, tais como, temperatura, pH, teores de sólidos e composição do substrato (Lucas Jr., 1987).

De acordo com Santos 1997, os teores de sólidos totais da cama de frango apresentam em média valores acima de 70%, o que indica a necessidade de diluição em água para ser utilizado como substrato para biodigestão (Nogueira Filho, 1983, Eganã, *et al.*, 1986, Pastori *et al.*, 1986, Alves *et al.*, 1991, Mello, 1992, Ávila *et al.*, 1993 e Sampaio *et al.*, 1995). O melhor desempenho do processo de biodigestão anaeróbia com substrato com 8% de sólidos totais (ST), especificamente para cama de frango, foi obtido por Lucas Jr. *et al.* (1993, 1996).

O desempenho dos biodigestores depende de fatores que podem ser definidos a partir do teor de sólidos e da diluição do substrato, tais como o tempo de retenção hidráulica (TRH), que é o período em dias ou em horas que o substrato correspondente a uma carga permanece dentro do biodigestor e a carga orgânica volumétrica (COV) que é a concentração do substrato expressa em massa de matéria orgânica, sólido volátil ou carbono orgânico por volume de biodigestor por dia. Hill *et al.* (1985) obtiveram 40 g de sólidos voláteis por litro de reator (SV/L), com tempo de retenção hidráulica de 15 dias.

Lucas Jr. *et al.* (1993,1996) obtiveram melhor rendimento em cama de maravalha quando utilizaram inóculo, sendo também de grande importância o teor de sólidos totais, pois o potencial de produção de biogás aumentou quando se utilizou , além do inóculo, substrato com 8% de sólidos. O potencial médio obtido foi de 0,29 m³ de biogás por kg de sólidos totais adicionados. Valores semelhantes foram obtidos pelos mesmos autores: 0,25 e 0,28 m³ de gás por kg de sólidos totais adicionados com e sem uso de inóculo, respectivamente.

Caracterizando três tipos de cama de frango (napier, mistura de napier + maravalha e maravalha) obtidos após utilização e reutilização e avaliando o potencial de produção de biogás, Santos (1997) verificou que o tipo de cama não interferiu na redução de sólidos voláteis durante o período de biodigestão, sendo que a reutilização da cama promoveu maior redução de sólidos voláteis, independente do tipo de cama.

Santos *et al.* (1997), estudando a produção, potencial de biogás e a equivalência energética ($0,19 \text{ m}^3/\text{kg}$ de cama) de três tipos de cama de frango obtidos em dois ciclos de criação potencial de produção de biogás, concluíram que é possível a produção de biogás equivalente a 13 kg de gás liquefeito de petróleo a partir de 158 kg de cama.

Para a produção de biogás é importante que se otimize as condições para todas as reações bioquímicas que levam a formação dos precursores da metanogênese, e mais importante ainda, para todas as reações que levam à formação do metano propriamente.

5 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido nos aviários experimentais do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (NCA/UFMS) – Câmpus de Dourados, nos períodos de 23 de novembro de 1998 a 16 de março de 1999 e de 17 de maio de 1999 a 7 de setembro do mesmo ano, épocas consideradas quente e fria para a região, respectivamente.

O NCA localiza-se no município de Dourados- MS nas coordenadas de 22° 10' S e 54° 56' W com altitude aproximada de 458 m. A precipitação anual da região é de 1400 mm, com predominância de verões chuvosos e invernos secos, apresentando temperatura média da época quente de 24,0 °C e a da época fria de 19,0 °C segundo dados registrados pela estação meteorológica da EMBRAPA-CPAO.

As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios do Núcleo de Ciências Agrárias (NCA/UFMS) e os ensaios de biodigestão nos biodigestores do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Câmpus de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

5.1 Definição do experimento

O estudo da cama de frango foi realizado a partir de dados coletados de três galpões experimentais de produção de frangos de corte sob três tipos de coberturas ; telha de fibrocimento comum (galpão AMC), telha de fibrocimento com pintura branca (galpão AMB) e telha de alumínio ondulada (galpão ALU), quatro alturas de substrato casca de arroz que proporcionaram as quantidades de cama de 0,4; 0,5; 0,6 e 0,7 kg MS.ave⁻¹ em dois lotes de criação durante a época quente e fria.

O ambiente proporcionado pelos materiais de cobertura para as diferentes quantidades iniciais de casca de arroz foi caracterizado a partir dos valores obtidos de temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

As camas de frango com uma utilização e reutilização gerada nos ensaios experimentais foram amostradas semanalmente e caracterizadas quimicamente quanto a teores de matéria seca, umidade, proteína bruta e potencial de emissão de amônia. As temperaturas de superfície e interior da cama foram coletadas diariamente. Ao final de cada lote de criação, o material foi avaliado quanto à produção e submetidos a ensaio de biodigestão anaeróbia, em biodigestores do tipo batelada com capacidade de 60 litros.

As aves foram avaliadas quanto ao peso vivo, consumo de ração e mortalidade ao final de cada lote de criação, das épocas quente e fria.

5.2.Características dos aviários experimentais

Os aviários experimentais utilizados apresentavam estrutura de concreto (pré-moldada) com as seguintes características: dimensões de 16,00 x 6,00m, pé direito de 3,00m, sem lanternim, piso de concreto e mureta lateral de 0,30m de altura, completada com tela de arame até o telhado e cortinado móvel externo.

Os galpões eram providos de um corredor central longitudinal com 1,00m de largura que separa 2 fileiras laterais com 10 boxes cada medindo 1,40 x 2,40m separados por armação de madeira e tela de arame até a altura de 1,50m. Cada box possuía um duto para limpeza, um sistema de aquecimento composto por lâmpadas infravermelhas de 250W, localizado no centro geométrico do box e a 0,40m de altura do piso, comedouro tubular e bebedouro pendular.

Os galpões apresentavam também um sistema de nebulização e sistema de ventilação posicionado na extremidade leste, com o centro geométrico localizado a 1,50m de altura do piso e fluxo de ar direcionado no sentido do comprimento do galpão.

Os três galpões apresentavam diferentes tipos de material de cobertura:

Galpão AMC: considerado como testemunha, coberto com telha de fibrocimento ondulada com 0,006 m de espessura e 15° de inclinação,

Galpão AMB: coberto com telha de fibrocimento ondulada de 0,006 m de espessura e 15° de inclinação, recebeu pintura com cal na face externa do material de cobertura de acordo com Nääs (1998),

Galpão ALU: coberto com telha de alumínio ondulada, com 0,0005 m de espessura e 15° inclinação.

5.3 Cama de frango

Foi utilizada como cama de frango a casca de arroz nas quantidades iniciais de 0,4; 0,5 ; 0,6 e 0,7 kg de matéria seca por ave ($MS.ave^{-1}$). Estas quantidades de cama forneceram para o primeiro lote de criação, alturas de cama iguais a 0,03; 0,045; 0,055 e 0,065 m, respectivamente.

5.3.1 Manejo da cama de frango

Após a determinação dos teores de matéria seca, de umidade e de proteína bruta a casca de arroz foi pesada e disposta nos aviários experimentais nas quantidades especificadas e com três repetições, ocupando 12 dos 20 boxes de cada galpão e o restante dos boxes foram ocupados com aves para reposição.

Encerrando-se o primeiro lote, as aves foram retiradas e as camas produzidas (mantidas nos boxes para a reutilização) foram ventiladas por 15 dias e pulverizadas com solução de formol a 10% por meio de um pulverizador costal de 20 litros da marca Jacto. A seguir as camas foram amontoadas e cobertas com lona plástica preta. No piso e nas muretas aplicou-se solução de formol a 20%. Após 6 dias, as camas foram espalhadas, pulverizadas novamente com solução de formol a 10%, com as cortinas fechadas e o sistema de ventilação acionado. A seguir, aguardou-se um período de mais 6 dias, após os quais as camas foram ensacadas e pesadas em balança digital Toledo para 100 kg, modelo 209600/0 com resolução de 0,02 kg, ocasião em que foram retiradas amostras para a determinação dos teores de matéria seca, de umidade, proteína bruta e potencial e emissão de amônia.

Das quantidades 0,4; 0,5; 0,6 e 0,7 kg MS.ave⁻¹ foram utilizadas 0,3; 0,4; 0,5 e 0,6 kg de MS.ave⁻¹, para a produção dos animais do segundo lote.

A quantidade a ser reutilizada foi espalhada nos boxes e o excedente foi descartado. Um dia antes do recebimento do novo lote de pintos, foi adicionada uma camada superficial de cama nova na quantidade de 0,1 kg de MS.ave⁻¹ em todos os boxes e o material foi novamente amostrado para determinação dos teores de matéria seca, de umidade, de proteína bruta e do potencial de emissão de amônia. No segundo lote, o material reutilizado mais a camada superficial de cama nova propiciou alturas de 0,03; 0,035; 0,040 e 0,045 m, respectivamente. Entre o primeiro e o segundo lote de uma mesma época observou-se um vazio sanitário de 30 dias.

Encerrando-se o segundo lote de criação, as aves foram retiradas e das camas produzidas foram coletadas amostras para determinação dos teores de matéria seca, de umidade, de proteína bruta e do potencial de emissão de amônia. O restante foi mantido nos boxes por 27 dias após os quais foram ensacados, pesados e amostrados para determinação dos parâmetros quantitativos e qualitativos da cama de frango. As camas foram identificadas conforme os tratamentos de época quente (verão) e época fria (inverno), como apresentado nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 – Identificação das camas obtidas nos ensaios de época quente (verão)

Tratamento	Identificação
0,4 AMC V	0,4 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - uma utilização
0,5 AMC V	0,5 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - uma utilização
0,6 AMC V	0,6 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - uma utilização
0,7 AMC V	0,7 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - uma utilização
0,4 AMB V	0,4 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - uma utilização
0,5 AMB V	0,5 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - uma utilização
0,6 AMB V	0,6 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - uma utilização
0,7 AMB V	0,7 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - uma utilização
0,4 ALU V	0,4 kg MS/ave – alumínio – Verão - uma utilização
0,5 ALU V	0,5 kg MS/ave – alumínio – Verão - uma utilização
0,6 ALU V	0,6 kg MS/ave – alumínio – Verão - uma utilização
0,7 ALU V	0,7 kg MS/ave – alumínio – Verão - uma utilização
0,4 AMC V-r	0,4 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - reutilização
0,5 AMC V-r	0,5 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - reutilização
0,6 AMC V-r	0,6 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - reutilização
0,7 AMC V-r	0,7 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Verão - reutilização
0,4 AMB V-r	0,4 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - reutilização
0,5 AMB V-r	0,5 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - reutilização
0,6 AMB V-r	0,6 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - reutilização
0,7 AMB V-r	0,7 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Verão - reutilização
0,4 ALU V-r	0,4 kg MS/ave - alumínio – Verão – reutilização
0,5 ALU V-r	0,5 kg MS/ave - alumínio – Verão – reutilização
0,6 ALU V-r	0,6 kg MS/ave - alumínio – Verão – reutilização
0,7 ALU V-r	0,7 kg MS/ave - alumínio – Verão – reutilização

Quadro 02 – Identificação das camas obtidas nos ensaios de época fria (inverno)

Tratamento	Identificação
0,4 AMC I	0,4 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno - uma utilização
0,5 AMC I	0,5 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno - uma utilização
0,6 AMC I	0,6 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno - uma utilização
0,7 AMC I	0,7 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno - uma utilização
0,4 AMB I	0,4 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno - uma utilização
0,5 AMB I	0,5 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno - uma utilização
0,6 AMB I	0,6 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno - uma utilização
0,7 AMB I	0,7 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno - uma utilização
0,4 ALU I	0,4 kg MS/ave – alumínio – Inverno - uma utilização
0,5 ALU I	0,5 kg MS/ave – alumínio – Inverno - uma utilização
0,6 ALU I	0,6 kg MS/ave – alumínio – Inverno - uma utilização
0,7 ALU I	0,7 kg MS/ave – alumínio – Inverno - uma utilização
0,4 AMC I-r	0,4 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno- reutilização
0,5 AMC I-r	0,5 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno- reutilização
0,6 AMC I-r	0,6 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno- reutilização
0,7 AMC I-r	0,7 kg MS/ave - cim. amian. s/ pintura – Inverno- reutilização
0,4 AMB I-r	0,4 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno- reutilização
0,5 AM B I-r	0,5 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno- reutilização
0,6 AMB I-r	0,6 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno- reutilização
0,7 AMB I-r	0,7 kg MS/ave - cim. amian. c/ pintura – Inverno- reutilização
0,4 ALU I-r	0,4 kg MS/ave - alumínio – Inverno – reutilização
0,5 ALU I-r	0,5 kg MS/ave - alumínio – Inverno – reutilização
0,6 ALU I-r	0,6 kg MS/ave - alumínio – Inverno – reutilização
0,7 ALU I-r	0,7 kg MS/ave - alumínio – Inverno – reutilização

5.4 Animais, densidade populacional e manejo

5.4.1 Animais e densidade

Foram alojados em cada boxe 47 pintos de corte, de um dia, da linhagem “Ross”, 100% machos com peso médio de 0,045 kg, obtendo-se uma densidade populacional de 14 aves.m². A densidade populacional a ser adotada é determinada por uma série de fatores como a região onde está localizada a granja, linhagem dos frangos, disponibilidade de equipamentos, época do ano e duração do lote e, segundo Mizubuti *et al.* (1994), também o tipo de cama. De acordo com Conte (1997) é viável densidade populacional de até 40 aves. m² entre 1 a 21 dias de idade e com posterior transferência e redução de densidade. Para a região de Dourados – MS, a atividade avícola utiliza em média, a densidade de 14 aves. m². Cada box recebeu 2 lotes de criação de frangos durante a época quente (verão) e dois lotes durante a época fria (inverno).

A densidade populacional de 14 aves.m² foi mantida constante durante o experimento mediante reposição. As aves que substituíram àquelas mortas ou descartadas foram criadas em boxes separados, no mesmo galpão e marcadas com solução de azul de metileno não sendo utilizadas para avaliação de desempenho animal.

No primeiro lote de cada época de criação foram mantidos, em cada galpão, boxes para reposição, um para cada quantidade de MS.ave⁻¹ estudada e em galpão anexo, foi mantido um lote de aves com a mesma idade para repor as aves dos boxes de substituição, de tal forma que o galpão alojasse sempre o mesmo número de aves. A manutenção constante da densidade teve por objetivo a avaliação da qualidade da cama, nas quatro quantidades de MS.ave⁻¹ estudadas, e a influência do ambiente propiciado pelos 3 materiais de cobertura nas duas épocas de criação.

O período de coleta de dados nos galpões foi realizado durante 42 dias para cada lote e época de criação.

5.4.2 Manejo das aves

5.4.2.1 Alimentação

Chegando nos aviários, os animais foram separados em lotes de 47 aves, pesados e distribuídos nos boxes recebendo água nas duas horas subsequentes. Após este período as aves foram alimentadas com ração inicial para frangos de corte denominada RAC1/Corte Inicial até o 21º dia. Do 22º ao 35º dia os animais foram alimentados com ração RAC3/Machos e do 36º ao 42º dia, com a ração RAC4/Corte Final, todas de procedência da Empresa AVIPAL S/A – Avicultura e Agropecuária (Quadro 2 A).

No 1º dia, a ração foi fornecida durante 24 horas, do 2º ao 41º dia a ração foi suspensa durante o período das 20:00 às 6:00 horas e no 42º dia, suspensa às zero horas, sendo as aves embarcadas para o abatedouro às 8:00 horas do 43º dia. Durante todo o experimento as aves tiveram acesso à água por 24 horas.

5.4.2.2 Aquecimento

O sistema de aquecimento composto por lâmpada infravermelha de 250W, localizada no centro geométrico do box e a 0,40 m de altura do piso, permaneceu em funcionamento

por 24 horas, nos dois ciclos de criação da época quente e nos dois da época fria, até o 14^o dia de vida das aves.

5.4.2.3 Luminosidade

O programa de luz utilizado no experimento seguiu o manejo estabelecido pela AVIPAL. O sistema de iluminação artificial dos aviários experimentais é composto por 3 lâmpadas fluorescentes de 15 W cada uma, localizadas a 3,00 m de altura, no eixo longitudinal dos galpões espaçados de 3,00 m uma das outras.

Em função do sistema de aquecimento, as aves foram submetidas à luminosidade constante por 24 horas até o 14^o dia. A partir deste período e até o 41^o dia a iluminação artificial dos aviários, foi acionada do por do Sol até às 22:00 horas. No 42^o dia os animais permaneceram sob iluminação artificial.

5.4.3 Manejo do galpão

5.4.3.1 Manejo das cortinas

Quatro horas antes do recebimento de um novo lote de pintos, as cortinas eram suspensas e o sistema de aquecimento acionado, de tal forma a se obter uma temperatura de bulbo seco entre 26 e 30 °C. Diariamente o sistema de aquecimento era temporariamente desligado para possibilitar que no 14^o dia as aves estivessem condicionadas a uma temperatura ambiental variando entre 18 a 26 °C. Quando a temperatura ambiental ultrapassava os valores máximos citados, mesmo com o sistema de aquecimento desligado, a cortina da face Sul era abaixada lentamente até a

metade do pé direito sendo então abaixada a da face norte. O mesmo procedimento era repetido e na mesma seqüência até o abaixamento total das cortinas dos dois lados dos aviários.

A partir do 14^o dia, as cortinas eram abaixadas, na mesma seqüência toda vez que a temperatura de bulbo seco era superior a 18 °C.

5.4.3.2 Manejo do sistema de ventilação

O sistema de ventilação dos galpões composto por um ventilador axial, modelo VA 92/50, com 0,97 m de diâmetro e motor trifásico com 0,5 cv de potência, vazão de 300 m³.min⁻¹ e 495 rpm, fabricado pela CASP, posicionado na extremidade leste, com o centro geométrico localizado a 1,50 m de altura do piso e fluxo de ar direcionado no sentido do comprimento, foi acionado quando a umidade relativa no interior do galpão foi superior a 70 % ou quando a temperatura de bulbo seco excedeu os 22° C.

5.4.3.3 Manejo do sistema de nebulização

Em cada galpão foi instalado um sistema de nebulização, fixado a 3m de altura nas linhas das tesouras de telhados, e centralizado sobre as fileiras de boxes. O sistema, composto por dois canos ¾” de PVC soldável , providos de nebulizadores espaçados entre si de 1,50 m é alimentado por um conjunto motobomba, que bombeia água de um poço artesiano para uma caixa de cimento amianto de 1000 L, localizada à sombra e provida de bóia. Da caixa, a água é conduzida até os aviários por meio de canos plásticos localizados a 0,30 m abaixo da superfície do solo. Nas

construções os canos localizam-se na face interna do oitão Leste , de onde se interligam com os canos que contêm os nebulizadores. O mesmo conjunto motobomba alimenta também os bebedouros.

Acionou-se o sistema de nebulização quando a temperatura de bulbo seco no interior dos galpões ultrapassava a 26° C. Este sistema entrou em funcionamento com o sistema de ventilação acionado e com as cortinas laterais previamente fechadas. Quando a umidade do ar atingia 80% o sistema de nebulização era desligado e as cortinas eram abertas permanecendo em funcionamento apenas o sistema de ventilação.

O manejo do sistema de ventilação e de nebulização seguiu os padrões utilizados na região .

5.5 Dados registrados

Durante o período de teste foram registrados diariamente em função dos horários das observações (das 6 às 18 horas) no interior dos aviários: o perfil da temperatura de bulbo seco, a umidade relativa do ar, velocidade do vento. As temperaturas da superfície e do interior da cama de frango foram registradas diariamente às 12 horas.

5.5.1 Perfil da temperatura de bulbo seco

No centro geométrico dos galpões foram fixados, por meio de tutores de arame, os sensores externos de 3 termômetros digitais Max-Min Thermo Hygro localizados a 0,30 m; 1,50 m e a 3,00 m de altura do piso, que registraram a temperatura do bulbo seco nas alturas citadas

Os termômetros digitais Max-Min Thermo Hygro são providos de um sensor interno de temperatura (-10 a 50° C) e um externo (-50 a 70° C) com resolução de 0,1° C, além de memória para registro das temperaturas máximas e mínimas ocorridas nos dois sensores.

5.5.1 Umidade relativa do ar

Foram instalados no centro geométrico dos galpões, três sensores internos do termômetro digital Max-Min Thermo Hygro para registro das umidades relativas a 0,30m de altura nos boxes contendo quantidades de MS.ave⁻¹ e a 1,50 e 0,3 m de altura do piso. Além dos sensores de temperatura o termômetro Max-Min Thermo Hygro registrou também os valores de umidade relativa do ar com resolução de 1%.

5.5.2 Velocidade de vento

Foi registrado a velocidade de vento, a 0,30 m de altura do centro geométrico dos galpões por meio de um anemômetro de hélice digital modelo Turbo Meter Davis (0 a 44,8 m.s⁻¹) com resolução de 0,1 m.s⁻¹. Durante a coleta dos dados, os ventiladores não estavam acionados.

5.5.4 Temperatura da superfície e do interior da cama de aviário

Durante o período experimental foram registradas as temperaturas da superfície e do interior das camas nas quatro quantidades de MS/ave estudadas.

A temperatura da superfície foi registrada por meio de um termômetro

infra-vermelho Raytek, modelo Rayger ST, e a temperatura do interior da cama de frango foi obtida por meio do sensor externo do termômetro digital Max-Min Thermo Hygro, localizado no interior da cama, a 0,025 m de profundidade.

Os dados foram registrados por três operadores (um para cada galpão experimental) devidamente treinados e sincronizados, que obedeciam a uma sequência pré-estabelecida de coleta dos dados com um tempo máximo de 3 minutos entre o início e o término dos registros.

5.5.5. Peso vivo, consumo de ração e mortalidade

Registraram-se semanalmente os dados relativos ao peso vivo das aves, consumo de ração e diariamente a mortalidade em cada boxe experimental. O peso vivo das aves foi determinado por meio de amostragem de 10 aves por repetição entre aquelas que não foram substituídas. Os animais foram acondicionados em caixas plásticas e pesados, sendo a seguir devolvidos aos boxes de origem, ocasião em que foram pesados os comedouros para determinação do consumo de ração.

5.6 Análises bromatológicas

Para a determinação dos teores de matéria seca, de umidade, de proteína bruta e do potencial de emissão de amônia, foram feitas amostragem semanais das camas em todas as repetições. Antes da coleta, a cama era revolvida e as amostras colhidas em cinco diferentes locais

dos boxes, evitando-se a região dos bebedouros e comedouros. O material amostrado foi identificado e acondicionado em sacos de polietileno e fechados, em seguida levado ao laboratório onde era homogeneizado e pesado cerca de 0,1 kg para determinação dos teores de umidade, matéria seca e de proteína bruta e 0,07 kg para determinação do potencial de emissão de amônia. O excedente retornava imediatamente aos boxes de origem.

Os teores de matéria seca, de umidade e de proteína bruta foram determinados pelo método descrito por Silva (1981) e o potencial de emissão de amônia foi calculado, por meio de metodologia baseada na adaptação do método de microdifusão proposto por Babko e Pilipenko (1976) e Ohlweiller (1982) e nos estudos de Basset *et al.* (1981), citados por Hernandes (1997) onde as amostras (70g) foram incubadas em recipientes fechados contendo no seu interior outro recipiente contendo solução fixadora de amônia (solução de ácido bórico a 2%) e indicadores. O frasco foi mantido em estufas por 16 horas a uma temperatura constante de 30°C. A seguir, a solução fixadora de amônia foi titulada com solução padronizada de ácido sulfúrico 0,05N e a concentração de amônia em 100 g foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\text{gramas de amônia} = \frac{\text{Normalidade do ácido} \times \text{eq.grama de amônia} \times \text{volume gasto de ácido} \times 100}{\text{quantidade de material incubado}}$$

5.7 Ensaio de Biodigestão Anaeróbia

As camas obtidas após a retirada das aves, em cada galpão, foram submetidas ao ensaio de biodigestão anaeróbia, adotando-se como tratamentos os tipos de cobertura dos galpões e as quantidades de cama inicialmente colocadas nos boxes. Devido ao grande número de boxes utilizados, dentro de cada galpão, as camas que correspondiam as diferentes repetições de um mesmo

tratamento foram misturadas, adotando-se o abastecimento de três biodigestores com o mesmo substrato.

A biodigestão anaeróbia foi realizada no período de 30/07/99 a 30/06/2000 .

5.7.1. Equipamentos e métodos utilizados para caracterização dos substratos, dos efluentes e das produções de biogás

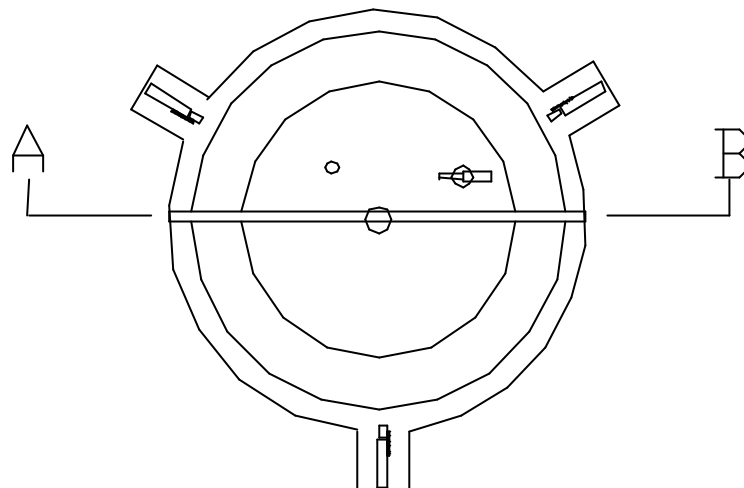
5.7.1.1. Descrição do sistema utilizado

Foram utilizados biodigestores batelada com capacidade útil de 60 litros de substrato em fermentação cada um, conforme descrito por Ortolani *et al.* (1986), sendo constituídos basicamente por dois cilindros retos, um dos quais encontra-se inserido no interior do outro, de tal forma que o espaço existente entre a parede externa do cilindro interior e a parede interna do cilindro exterior comporte um volume de água que se convencionou denominar "selo d'água", atingindo profundidade de 480 mm. Na Figura 1 são mostrados detalhes de um biodigestor batelada.

Uma campânula flutuante de fibra de vidro, emborcada no “selo d'água”, propicia as condições anaeróbias sob as quais se desenvolve o processo de fermentação, além de armazenar o gás produzido e conferir pressão ao mesmo.

Os biodigestores são semi-subterrâneos, sendo a superfície do solo a sua volta revestida por uma calçada de concreto com 5 cm de espessura. O cilindro interior (câmara de fermentação) encontra-se em comunicação com uma vala de drenagem por meio de um tubo de escoamento ligado ao fundo da câmara e que serve para limpeza.

Planta Baixa



Corte - AB

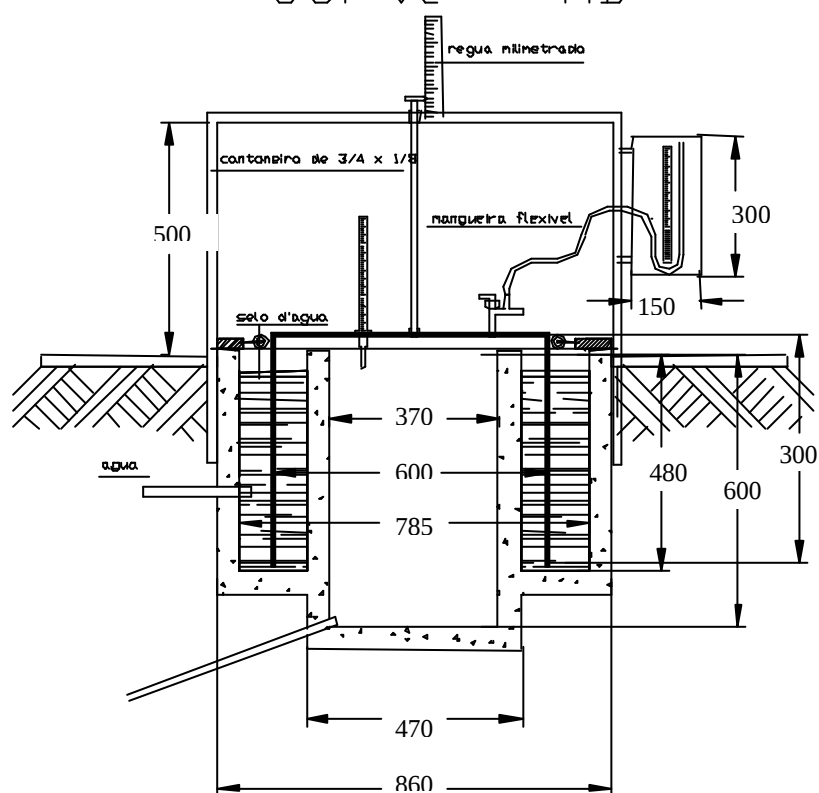


FIGURA 1 - Esquema dos biodigestores batelada, medidas em mm (Ortolani *et al.*, 1986).

5.7.1.2 Preparo dos substratos

Os substratos foram preparados conforme expressões citadas em Ortolani *et al.* (1991) e Lucas JR. (1994), ou seja:

$$Eu = \frac{ES}{ST} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$W = Eu + INC + A \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(ES + INS) = \frac{K \times W}{100} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$MS = ES + INS \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$INC = \frac{INS \times 100}{STIn} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Onde:

W = peso do substrato a ser colocado no biodigestor;

ES = peso seco do estrume a ser adicionado em W;

K = porcentagem de sólidos totais que se pretende em W;

ST = porcentagem de sólidos totais contidos no estrume fresco;

Eu = peso de estrume fresco para se obter W;

A = peso de água a ser misturado com Eu para se obter W;

INC = inóculo que deverá ser adicionado para se obter W;

INS = peso seco do inóculo que deverá ser adicionado em W;

MS = matéria seca total;

STIn = porcentagem de sólidos totais contida no inóculo.

Em ambos ensaios (camas obtidas no verão e inverno) procurou-se obter os substratos com cerca de 8,5% de ST, os quais receberam uma quantidade de inóculo de bovino equivalente a 15% da matéria seca total de cada substrato, com 4% de sólidos totais que, segundo LUCAS JR. (1994), proporciona bons rendimentos na produção de biogás em menores tempos de fermentação. O inóculo utilizado foi obtido em biodigestores modelo indiano com capacidade para

5.500 litros de substrato em fermentação e operando com 50 dias de tempo de retenção hidráulica (TRH).

5.7.1.3. Determinação da produção de biogás

Os volumes de biogás produzidos diariamente foram determinados medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros e multiplicando-se pela área da seção transversal interna dos gasômetros ($0,2827 \text{ m}^2$). Após cada leitura os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga do biogás.

A correção do volume do biogás para as condições de 1 atm e 20°C foi efetuada com base no trabalho de Caetano (1985), no qual se verificou que, pelo fator de compressibilidade (Z), o biogás apresenta comportamento termodinâmico próximo ao ideal. Desta forma, para a correção do volume de biogás, utilizou-se a expressão que resulta da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac:

$$\frac{V_0 P_0}{T_0} = \frac{V_1 P_1}{T_1} \dots\dots\dots(6)$$

Na qual,

V_0 = Volume de biogás corrigido, m^3 ;

P_0 = Pressão corrigida do biogás, 10332,72 mm de H_2O ;

T_0 = Temperatura corrigida do biogás, 293,15, em K;

V_1 = Volume do biogás no gasômetro;

P_1 = Pressão do biogás no instante da leitura, 9652,10 mm de água;

T_1 = Temperatura do biogás no instante da leitura, K.

Como a pressão atmosférica média em Jaboticabal é igual a 9641,77 mm de H₂O e a pressão conferida pelos gasômetros é igual a 10,33 mm de H₂O, tem-se como resultado a seguinte expressão para correção do volume de biogás.

$$V_0 = \frac{V_1}{T_1} \times 273,84575 \dots \dots \dots (7)$$

A temperatura do biogás produzido, nos horários de determinação de seu volume, foi medida utilizando-se aparelho registrador portátil Brastermo, com sensor localizado na extremidade de uma haste metálica, a qual era introduzida em orifícios próprios para sensores termométricos.

Foram avaliadas as produções e reduções nos teores de sólidos voláteis de acordo com APHA (1992).

5.7.1.4. Determinação dos teores de sólidos totais e voláteis

As amostras destinadas às determinações dos teores de sólidos totais e voláteis, dos substratos e efluentes nos ensaios de biodigestão anaeróbia, foram acondicionadas em cadinhos de porcelana previamente tarados, pesados para se obter o peso úmido (Pu) do material e após isto, levadas à estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C até atingirem peso constante e a seguir, foram resfriadas em dessecador e pesadas novamente em balança com precisão de 0,01 g, obtendo-se o peso seco (Ps). O teor de sólidos totais foi determinado segundo metodologia descrita por APHA (1992).

Para a determinação do teor de sólidos voláteis, os materiais secos obtidos após a determinação do teor de sólidos totais, foram levados à mufla e mantidos a uma temperatura de 575°C durante um período de 2 horas, após queima inicial com a mufla parcialmente aberta e em seguida, após resfriamento em dessecadores, os materiais foram pesados em balança com precisão de 0,0001g,

obtendo-se o peso de cinzas. O teor de sólidos voláteis foi determinado a partir de metodologia descrita por APHA (1992).

5.7.2. Ensaio com camas obtidas na época quente

Foram utilizados 36 biodigestores para obtenção do potencial energético das camas de frango obtidas na época de verão. No Quadro 3 são apresentados os teores de sólidos das camas e inóculo, utilizados no dia de cada abastecimento. No Quadro 4 são apresentadas as quantidades utilizadas de cada componente para constituição dos substratos de cada tratamento (camas obtidas na época quente) bem como os teores de sólidos dos substratos prontos para o abastecimento.

Quadro 3 Valores médios dos teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) das camas e inóculos utilizados no dia dos abastecimentos – época quente.

Tratamento	Cama		Inóculo	
	ST(%)	SV(%)	ST (%)	SV(%)
0,4 AMC V	91,40	77,10	4,94	77,37
0,5 AMC V	91,14	77,60	4,94	77,37
0,6 AMC V	91,58	78,04	4,94	77,37
0,7 AMC V	89,77	75,80	4,94	77,37
0,4 AMB V	90,67	76,53	4,94	77,37
0,5 AMB V	91,16	77,76	4,94	77,37
0,6 AMB V	91,28	77,61	4,94	77,37
0,7 AMB V	90,21	78,01	4,94	77,37
0,4 ALU V	91,07	74,40	4,94	77,37
0,5 ALU V	91,16	78,54	4,94	77,37
0,6 ALU V	83,27	76,67	4,94	77,37
0,7 ALU V	91,49	77,15	4,94	77,37
0,4 AMC V-r	90,15	74,56	4,94	77,37
0,5 AMC V-r	90,24	74,98	4,94	77,37
0,6 AMC V-r	89,26	77,45	4,94	77,37
0,7 AMC V-r	89,79	78,00	4,94	77,37
0,4 AMB V-r	89,46	75,12	4,94	77,37
0,5 AMB V-r	88,98	75,65	4,94	77,37
0,6 AMB V-r	90,15	76,98	4,94	77,37
0,7 AMB V-r	90,23	77,96	4,94	77,37
0,4 ALU V-r	89,84	76,12	4,94	77,37
0,5 ALU V-r	89,24	77,45	4,94	77,37
0,6 ALU V-r	90,32	77,90	4,94	77,37
0,7 ALU V-r	89,69	78,14	4,94	77,37

Quadro 4 Componentes de cada substrato (60 kg) e teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV), no abastecimento dos biodigestores com camas obtidas na época quente.

Tratamento	Cama (kg)	Inóculo (kg)	Água (kg)	ST (%)	ST (kg)	SV (%)	SV (kg)
0,4 AMC V	4,73	17,24	36,03	8,63	5,18	6,66	3,99
0,5 AMC V	4,73	17,24	36,03	8,60	5,16	6,67	4,00
0,6 AMC V	4,74	17,24	36,02	8,65	5,19	6,74	4,05
0,7 AMC V	4,71	17,24	36,05	8,47	5,08	6,44	3,87
0,4 AMB V	4,76	17,24	36,00	8,61	5,17	6,60	3,96
0,5 AMB V	4,69	17,24	36,07	8,65	5,19	6,72	4,03
0,6 AMB V	4,75	17,24	36,01	8,64	5,18	6,70	4,02
0,7 AMB V	4,72	17,24	36,04	8,51	5,11	6,63	3,98
0,4 ALU V	4,74	17,24	36,03	8,61	5,17	6,45	3,87
0,5 ALU V	4,71	17,24	36,05	8,62	5,17	6,75	4,05
0,6 ALU V	4,71	17,24	36,05	7,95	4,77	6,11	3,66
0,7 ALU V	4,68	17,24	36,08	8,56	5,14	6,61	3,96
0,4 AMC V-r	4,75	17,24	36,01	8,56	5,14	6,42	3,85
0,5 AMC V-r	4,71	17,24	36,05	8,50	5,10	6,41	3,84
0,6 AMC V-r	4,73	17,24	36,03	8,46	5,08	6,55	3,93
0,7 AMC V-r	4,73	17,24	36,03	8,50	5,10	6,62	3,97
0,4 AMB V-r	4,72	17,24	36,04	8,46	5,08	6,39	3,83
0,5 AMB V-r	4,71	17,24	36,05	8,40	5,04	6,38	3,83
0,6 AMB V-r	4,73	17,24	36,04	8,52	5,11	6,57	3,94
0,7 AMB V-r	4,71	17,24	36,05	8,50	5,10	6,62	3,97
0,4 ALU V-r	4,73	17,24	36,03	8,50	5,10	6,49	3,89
0,5 ALU V-r	4,71	17,24	36,05	8,42	5,05	6,52	3,91
0,6 ALU V-r	4,72	17,24	36,04	8,53	5,12	6,64	3,98
0,7 ALU V-r	4,71	17,24	36,05	8,46	5,07	6,60	3,96

5.7.3. Ensaio com camas obtidas na época fria

Foram utilizados 36 biodigestores para obtenção do potencial energético das camas de frango obtidas na época fria.

No Quadro 5 são apresentados os teores de sólidos das camas e inóculo, utilizados no dia de cada abastecimento.

Quadro 5 Valores médios dos teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV) das camas e inóculos utilizados no dia dos abastecimentos – época fria.

Tratamento	Cama		Inóculo	
	ST(%)	SV(%)	ST (%)	SV(%)
0,4 AMC I	88,55	79,16	4,22	72,51
0,5 AMC I	88,42	76,35	4,22	72,51
0,6 AMC I	88,88	76,03	4,22	72,51
0,7 AMC I	89,05	77,87	4,22	72,51
0,4 AMB I	87,81	77,04	4,22	72,51
0,5 AMB I	88,52	76,73	4,22	72,51
0,6 AMB I	88,92	79,44	4,22	72,51
0,7 AMB I	87,86	78,19	4,22	72,51
0,4 ALU I	88,33	77,90	4,22	72,51
0,5 ALU I	88,23	76,26	4,22	72,51
0,6 ALU I	87,85	77,80	4,22	72,51
0,7 ALU I	89,57	77,36	4,22	72,51
0,4 AMC I-r	87,88	79,42	4,22	72,51
0,5 AMC I-r	87,26	78,31	4,22	72,51
0,6 AMC I-r	87,47	76,47	4,22	72,51
0,7 AMC I-r	88,09	79,51	4,22	72,51
0,4 AMB I-r	87,11	80,59	4,22	72,51
0,5 AMB I-r	86,75	75,29	4,22	72,51
0,6 AMB I-r	88,64	77,82	4,22	72,51
0,7 AMB I-r	87,80	77,55	4,22	72,51
0,4 ALU I-r	87,37	79,45	4,22	72,51
0,5 ALU I-r	87,39	78,10	4,22	72,51
0,6 ALU I-r	87,62	75,27	4,22	72,51
0,7 ALU I-r	86,99	78,75	4,22	72,51

No Quadro 6 são apresentadas as quantidades utilizadas de cada componente para constituição dos substratos de cada tratamento para camas obtidas na época fria, bem como os teores de sólidos dos substratos prontos para o abastecimento.

Quadro 6 - Componentes de cada substrato (60 kg) e teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV), no abastecimento dos biodigestores com camas obtidas na época fria.

Tratamento	Cama (kg)	Inóculo (kg)	Água (kg)	ST (%)	ST (kg)	SV (%)	SV (kg)
0,4 AMC I	4,79	17,69	35,52	8,32	4,99	6,50	3,90
0,5 AMC I	4,73	17,69	35,58	8,21	4,93	6,22	3,73
0,6 AMC I	4,71	17,69	35,59	8,23	4,94	6,21	3,73
0,7 AMC I	4,72	17,69	35,59	8,25	4,95	6,36	3,81
0,4 AMB I	4,69	17,69	35,61	8,12	4,87	6,20	3,72
0,5 AMB I	4,82	17,69	35,49	8,35	5,01	6,36	3,81
0,6 AMB I	4,71	17,69	35,60	8,22	4,93	6,44	3,87
0,7 AMB I	4,73	17,69	35,58	8,17	4,90	6,32	3,79
0,4 ALU I	4,77	17,69	35,54	8,26	4,96	6,37	3,82
0,5 ALU I	4,73	17,69	35,58	8,20	4,92	6,21	3,72
0,6 ALU I	4,74	17,69	35,57	8,19	4,91	6,30	3,78
0,7 ALU I	4,73	17,69	35,58	8,31	4,98	6,37	3,82
0,4 AMC I-r	4,68	17,69	35,63	8,10	4,86	6,35	3,81
0,5 AMC I-r	4,74	17,69	35,57	8,14	4,88	6,30	3,78
0,6 AMC I-r	4,75	17,69	35,56	8,16	4,90	6,19	3,72
0,7 AMC I-r	4,70	17,69	35,61	8,15	4,89	6,39	3,84
0,4 AMB I-r	4,74	17,69	35,56	8,13	4,88	6,45	3,87
0,5 AMB I-r	4,76	17,69	35,54	8,13	4,88	6,09	3,65
0,6 AMB I-r	4,79	17,69	35,52	8,32	4,99	6,41	3,84
0,7 AMB I-r	4,73	17,69	35,58	8,17	4,90	6,27	3,76
0,4 ALU I-r	4,76	17,69	35,55	8,17	4,90	6,41	3,84
0,5 ALU I-r	4,77	17,69	35,54	8,20	4,92	6,33	3,80
0,6 ALU I-r	4,79	17,69	35,52	8,24	4,94	6,17	3,70
0,7 ALU I-r	4,72	17,69	35,59	8,09	4,86	6,30	3,78

5.8 Delineamento estatístico

Os dados de caracterização do ambiente durante o período experimental constituíram-se da temperatura de bulbo seco (Tbs); umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (v) . Estes dados foram analisados descritivamente, utilizando-se gráficos para caracterizar o ambiente nos três galpões com diferentes materiais de cobertura.

Os dados de avaliação da cama de frango foram analisados como um delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições, adotando-se um esquema fatorial 4x3x2, ou seja, quatro quantidades cama (0,4, 0,5, 0,6 e 0,7 kg MS.ave⁻¹), três materiais de cobertura e dois lotes de criação. As variáveis analisadas para estes parâmetros foram: peso da cama produzida nos boxes, matéria seca , umidade, potencial de emissão de amônia, proteína bruta e temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango.

Para o desempenho animal, foram avaliados os resultados de peso vivo (PV), consumo de ração (CR), mortalidade (MT) e para os dados obtidos nos ensaios para produção de biogás, o experimento foi analisado como inteiramente casualizado, adotando-se o mesmo esquema.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente segundo o aplicativo computacional SAEG 5.0 (Gomes,1992) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa e os efeitos significativos foram analisados por meio do teste de comparação de médias (Tukey a 5%) .

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variáveis do experimento foram analisadas sob três aspectos:

- 1) As que variam em função dos horários das observações e que tiveram por objetivo caracterizar o ambiente;
- 2) As que tiveram como finalidade avaliar o desempenho dos animais;
- 3) As que tiveram como finalidade quantificar a cama de frango e o seu potencial para produção de biogás.

6.1 Variáveis ambientais

O resumo dos dados meteorológicos de Dourados – MS, observados durante o período experimental encontram-se no Quadro 1 A.

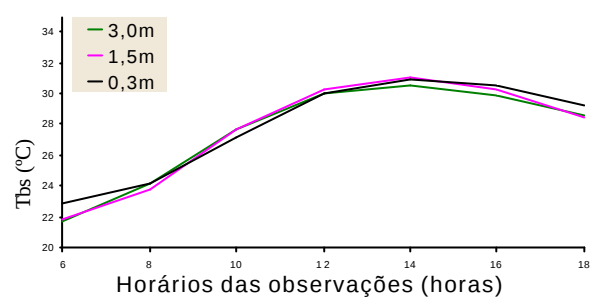
6.1.1. Temperatura de bulbo seco (Tbs)

As Figuras 2 e 3 apresentam os resultados da temperatura de bulbo seco registrados em três diferentes alturas no centro geométrico dos galpões (cgg), em função dos horários de observações nos dois lotes de criação das épocas quente e fria respectivamente.

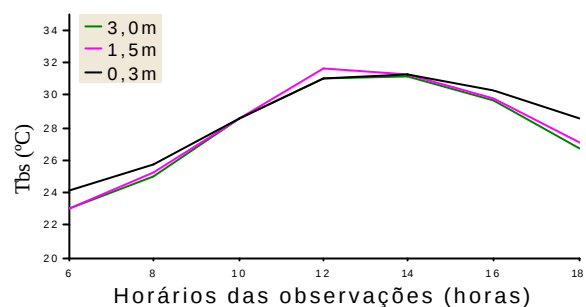
Tanto para a época quente quanto para a época fria, os maiores valores da temperatura de bulbo seco foram observados no período das 12 às 16 horas, quando também ocorrem segundo Peixoto *et al.* (1996), os maiores valores de irradiância solar global.

Durante a época quente, os valores de Tbs observados a partir das 10.00 horas foram superiores a 20 °C (Figura 2), valor este considerado limite por Tinôco (1998), para aves entre 35 e 42 dias de vida.

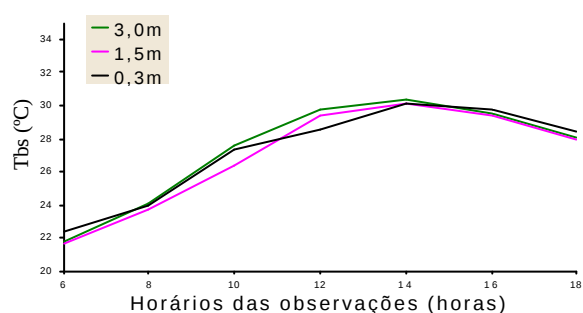
Para a época fria, os valores registrados no mesmo período variaram entre 20 e 30 °C, o que é benéfico para as aves em fase de terminação, mas para aves até 14 dias implicarão em maiores custos com os sistemas de aquecimento artificial.



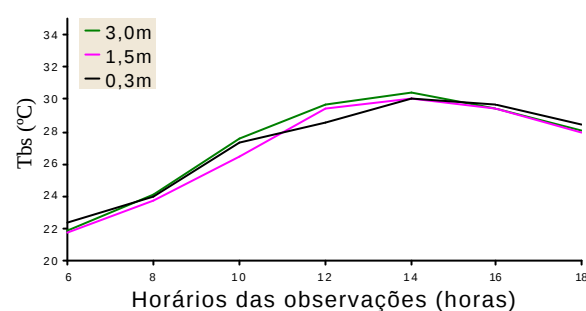
a. AMC – Lote 1



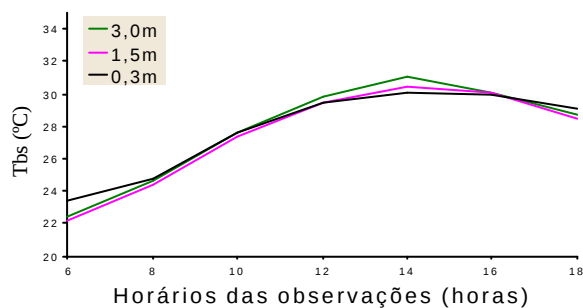
b. AMC - Lote 2



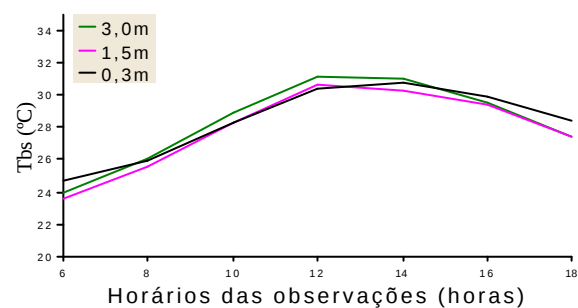
c. AMB – Lote 1



d. AMB - Lote 2



e. ALU – Lote 1



f. ALU – Lote 2

Figura 2 - Valores médios da temperatura de bulbo seco (Tbs) observados nos três galpões nos dois lotes criação da época quente em função dos horários de observações.

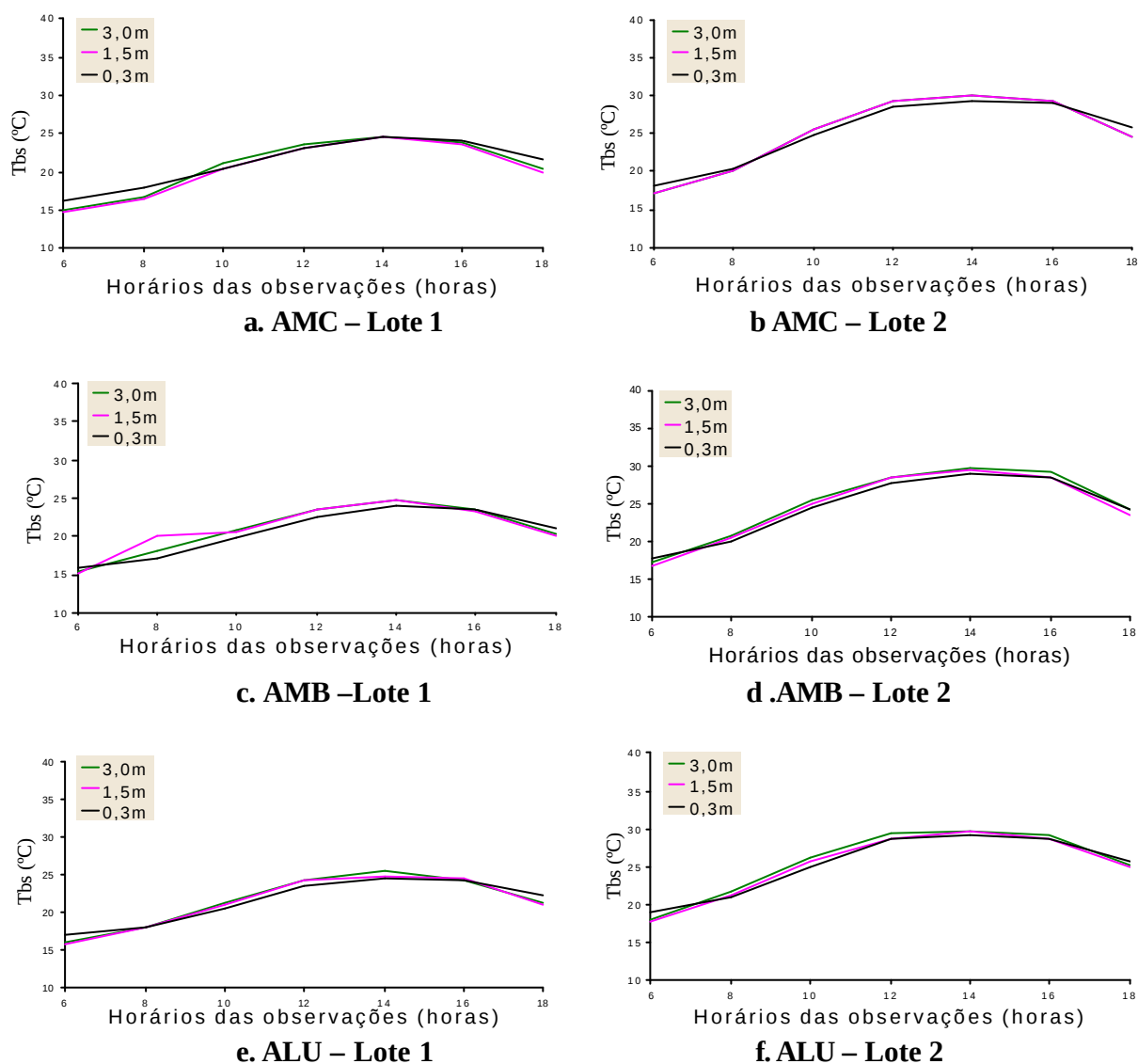


Figura 3 - Valores médios da temperatura de bulbo seco (Tbs) observados nos três galpões nos dois lotes de criação da época fria em função dos horários de observações.

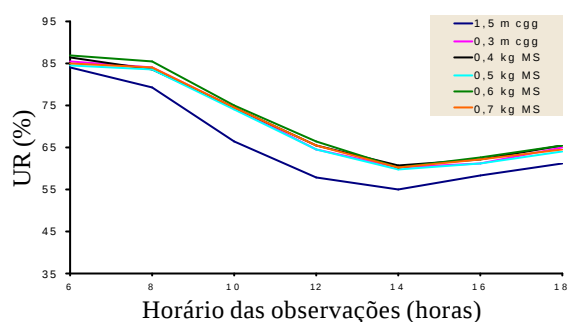
6.1.2. Umidade relativa do ar (UR)

As Figuras 4 e 5 apresentam os valores médios da umidade relativa do ar observadas em duas alturas no centro geométrico dos galpões e nos boxes com as diferentes quantidades de cama estudadas.

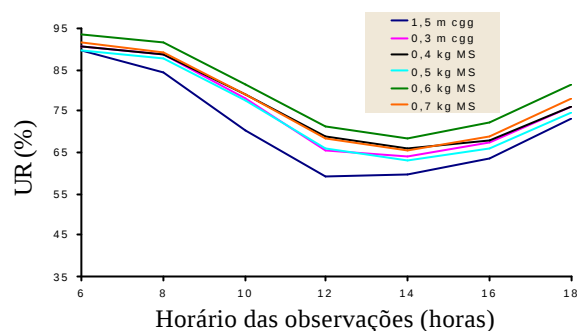
Para as duas épocas de criação, os menores valores de UR ocorreram nas horas mais quentes do dia, quando são registrados os maiores valores de Tbs. Os valores mais baixos de umidade relativa nas horas mais quentes do dia (Figuras 4 e 5), quando os valores de Tbs são mais elevados, favorecem segundo Rosa (2001) a perda de calor por evaporação pelas aves, principalmente se aliados a valores mais elevados de velocidade do vento.

Durante o período experimental, os maiores valores de UR registrados a 0,30 m de altura decorrem da liberação de água pelo sistema respiratório dos animais bem como da água contida no material utilizado como cama de frango. Os menores valores registrados a 1,5 m de altura se devem provavelmente ao posicionamento do sistema de ventilação artificial e a ausência de barreiras laterais.

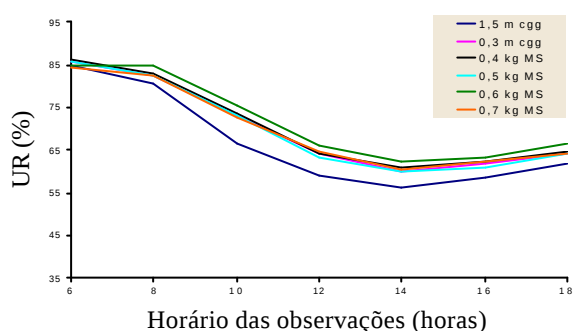
Tanto para a época quente quanto para a época fria, os valores de UR registrado a 0,30 m de altura encontram-se entre 50 e 70%, limites considerados confortáveis segundo Tinôco (1998) para aves adultas, quando a temperatura de bulbo seco varia entre 15 e 25 °C.



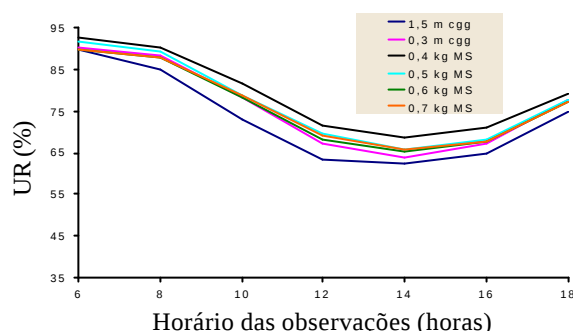
a. AMC – Lote 1



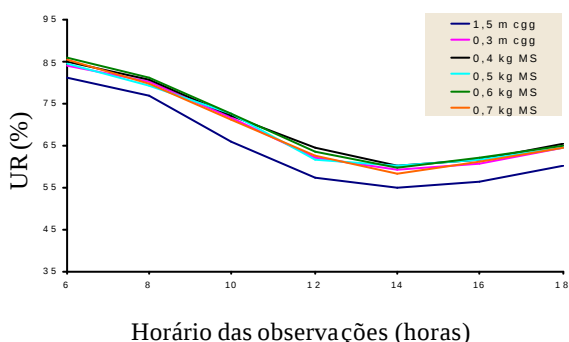
b. AMC – Lote 2



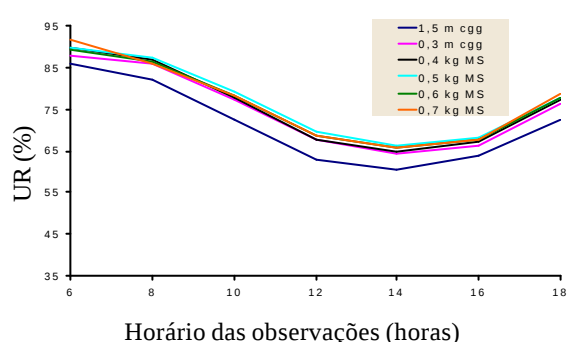
c. AMB – Lote 1



d. AMB – Lote 2

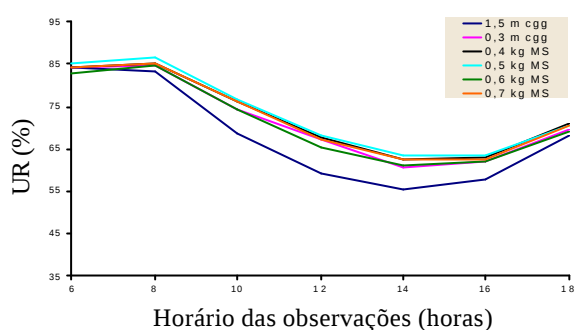


e. ALU – Lote 1

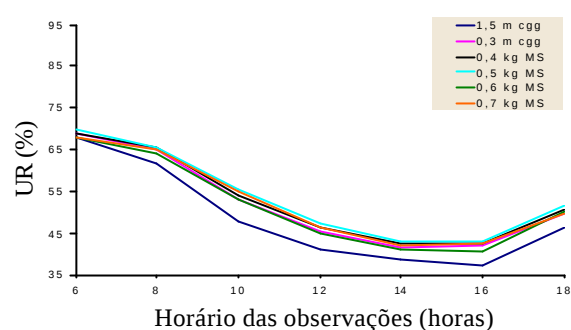


f. ALU – Lote 2

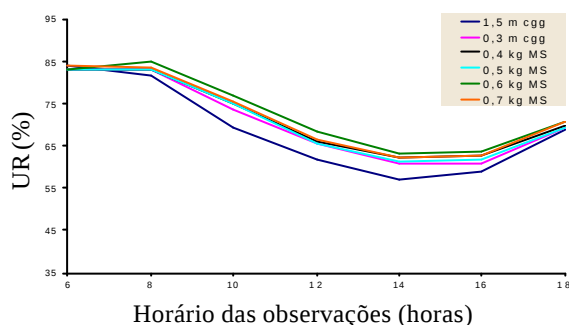
Figura 4 - Valores médios da umidade relativa do ar (UR) observados nos três galpões nos dois lotes de criação da época quente em função dos horários das observações.



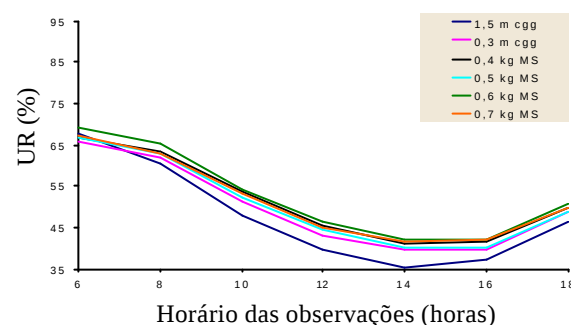
a. AMC – Lote 1



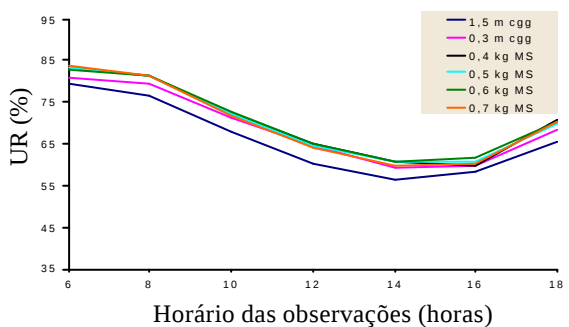
b. AMC – Lote 2



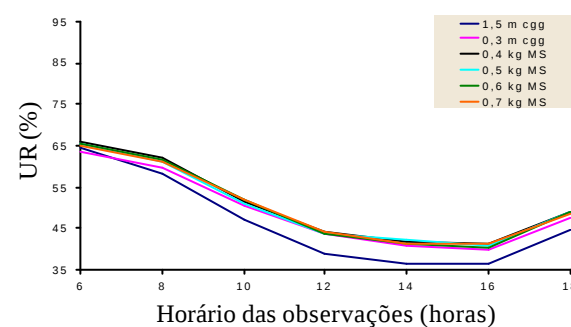
c. AMB – Lote 1



d. AMB – Lote 2



e. ALU – Lote 1



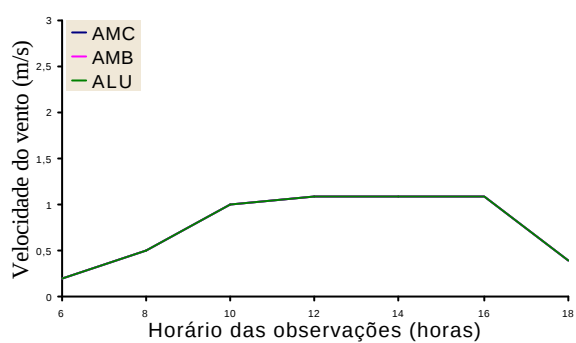
f. ALU – Lote 2

Figura 5 -Valores médios da umidade relativa do ar (UR) observados nos três galpões nos dois lotes de criação da época fria em função dos horários das observações.

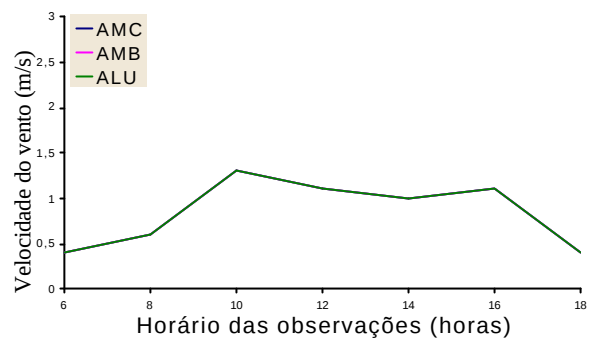
6.1.3. Velocidade do vento (v)

Os valores médios da velocidade de vento (em condições naturais sem acionar os ventiladores) observados nos três galpões durante os dois lotes de criação das épocas quente e fria em função dos horários das observações são apresentados na Figura 6 .

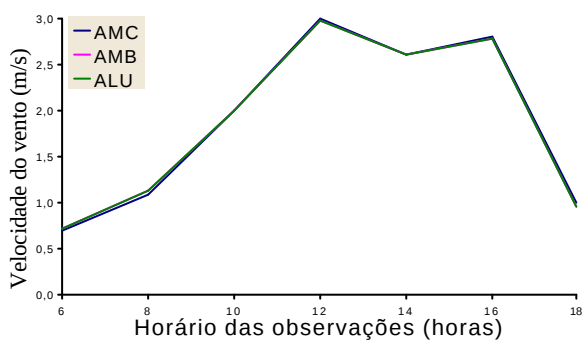
Tanto para a época quente quanto para a época fria, os maiores valores da velocidade de vento foram observados nas horas mais quentes do dia, quando também foram registrados os maiores valores de T_{bs} e os menores valores de UR. Os maiores valores de velocidade de vento, aliada a menores valores de umidade relativa favorecem maiores trocas térmicas entre o animal e o meio o que pode ser vantajoso segundo Rosa (2001) em condições de calor e prejudicial em condições de frio.



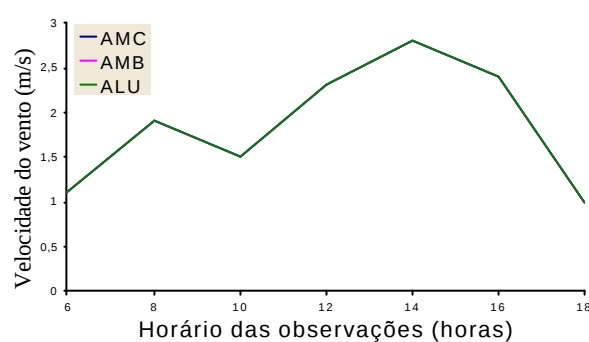
a.época quente – Lote 1



b.época quente – Lote 2



c.época fria – Lote 1



d.época fria – Lote 2

Figura 6 - Valores médios da velocidade do vento observada nos três galpões (AMC, AMB, ALU), nos dois lotes de criação das épocas quente e fria, em função dos horários das observações.

6.2 Variáveis relacionadas com o desempenho das aves

6.2.1 Peso vivo (PV), consumo de ração (CR) e mortalidade (MT)

O resumo das análises de variância do peso vivo (PV), do consumo de ração (CR) e da mortalidade (MT) observados durante o período experimental estão apresentados no Quadro 7.

Durante a época quente não foram registradas diferenças ($P,0,05$) entre os valores de peso vivo, consumo de ração observados nos três galpões e diferentes quantidades de cama estudadas. A mortalidade que primeiro lote da época quente apresentou os maiores registros na cama com $0,5 \text{ kg MS.ave}^{-1}$ do galpão AMB. Os maiores valores de peso vivo e os menores índices de mortalidade registrados no segundo lote desta época confirmaram os resultados observados por Jorge (1991) e por Pinheiro (1994) que salientaram que lotes criados em camas reutilizadas apresentaram problemas sanitários menos frequentes, menor mortalidade e índices zootécnicos de produtividade similares ou superiores aos observados naqueles criados com cama nova (Quadro 8).

Durante o primeiro lote da época fria os menores valores de peso vivo ($P<0,05$) foram observados no galpão AMB nas camas com $0,4$ e $0,5 \text{ kg MS.ave}^{-1}$ e os maiores valores na cama com $0,7 \text{ kg MS.ave}^{-1}$ que juntamente com a cama com $0,6 \text{ kg MS.ave}^{-1}$ apresentaram os menores consumo de ração. Os maiores registros de mortalidade deste lote foram observados no galpão AMC nas camas com $0,6$ e $0,7 \text{ kg MS.ave}^{-1}$ e o galpão ALU apresentou os menores valores (Quadro 8).

No segundo lote da época fria foram registrados os menores valores ($P<0,05$) de mortalidade, consumo de ração e peso vivo. A redução do consumo de ração com conseqüente redução no peso vivo pode ser segundo Rosa (2001) um indicativo da ineficiência do sistema de aquecimento artificial adotado para esta época de criação (Quadro 8)

Quadro 7 Resumo das análises de variância do peso vivo (PV), consumo de ração (CR) e da mortalidade (MT) observados durante as épocas quente e fria.

Época	Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
			PV	CR	MT
Quente	Cama	3	4458,05 ^{ns}	0,009238 ^{ns}	0,7830 ^{ns}
	Galpão	2	464,39 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	2,1777**
	Lote	1	771095 ^{ns}	3,0545**	9,0969**
	Cama x galpão	6	1492,87 ^{ns}	0,0203 ^{ns}	1,0711*
	Cama x lote	3	8418,94 ^{ns}	0,0156 ^{ns}	0,310 ^{ns}
	galpão x lote	2	14959,72*	0,0226 ^{ns}	2,0772**
	Cama x gal. x lote	6	950,98 ^{ns}	0,0083 ^{ns}	0,3368 ^{ns}
	Resíduo	48	4009,89	0,0119	0,3989
	CV (%)		2,60	2,79	34,64
Fria	Cama	3	5611,18*	11495,64 ^{ns}	1,1987*
	Galpão	2	4016,93 ^{ns}	15793,64 ^{ns}	0,5941 ^{ns}
	Lote	1	74266,98**	239525,7**	27,6329**
	Cama x galpão	6	2174,37 ^{ns}	10494,77 ^{ns}	0,4030 ^{ns}
	Cama x lote	3	7380,37*	13987,49 ^{ns}	0,1034 ^{ns}
	galpão x lote	2	5227,62 ^{ns}	5186,45 ^{ns}	0,4683 ^{ns}
	Cama x gal. x lote	6	1231,97 ^{ns}	6829,33 ^{ns}	0,6759 ^{ns}
	Resíduo	48	1937,30	11729,18	0,3650
	CV (%)		1,73	2,68	8,67

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns não significativo

Quadro 8 Valores médios de peso vivo (PV), de consumo de ração (CR) e de mortalidade (MT), observados nos dois lotes de criação das épocas quente e fria, para os três galpões, em função das quantidades de cama .

Lote	Galpão	Cama (kg)	Época quente.....			Época fria.....		
			PV (kg)	CR (kg)	MT (aves)	PV (kg)	CR (kg)	MT (aves)
1	AMC	0,4	2,32 a	3,67 a	10,30 a	2,58 a	4,13 a	3,00 b
		0,5	2,35 a	3,66 a	6,30 a	2,55 a	4,03 a	2,00 b
		0,6	2,32 a	3,91 a	3,30 a	2,60 a	4,22 a	4,00 ab
		0,7	2,31 a	3,67 a	5,30 a	2,57 a	4,09 a	7,00 a
		média	2,32 aB	3,73 aB	6,30 aA	2,58 aA	4,12 aA	4,00 aA
	AMB	0,4	2,34 a	3,76 a	1,70 b	2,54 b	4,02 ab	5,00 a
		0,5	2,30 a	3,64 a	12,00 a	2,49 c	3,96 b	6,30 a
		0,6	2,28 a	3,60 a	6,30 ab	2,60 ab	4,10 ab	5,30 a
		0,7	2,33 a	3,65 a	3,70 b	2,64 a	4,20 a	4,00 a
		média	2,31 aB	3,66 aB	5,90 aA	2,57 aA	4,07 aA	5,20 aA
	ALU	0,4	2,36 a	3,73 a	2,00 a	2,58 a	4,07 a	2,30 a
		0,5	2,36 a	3,71 a	1,70 a	2,52 a	4,16 a	3,00 a
		0,6	2,37 a	3,73 a	0,00 a	2,60 a	4,16 a	3,70 a
		0,7	2,39 a	3,71 a	2,70 a	2,58 a	4,12 a	5,70 a
		média	2,37 aB	3,72 aB	1,60 bA	2,57 aA	4,13 aA	3,80 aA
	M. Lote		2,34 B	3,70 B	4,60 A	2,57 A	4,10 A	4,30 A
2	AMC	0,4	2,54 a	4,00 a	3,30 a	2,51 a	3,98 a	0,30 a
		0,5	2,31 a	4,18 a	1,70 a	2,48 a	3,94 a	1,30 a
		0,6	2,54 a	4,13 a	4,00 a	2,51 a	3,98 a	1,30 a
		0,7	2,45 a	4,08 a	2,30 a	2,48 a	3,97 a	2,00 a
		média	2,55 aA	4,09 aA	2,10 aB	2,49 abB	3,97 aB	1,20 aB
	AMB	0,4	2,55 a	4,16 a	0,30 a	2,48 a	3,96 a	0,70 a
		0,5	2,58 a	4,16 a	1,30 a	2,49 a	4,01 a	0,00 a
		0,6	2,60 a	4,14 a	0,00 a	2,49 a	3,95 a	1,00 a
		0,7	2,51 a	4,13 a	0,70 a	2,49 a	3,99 a	1,70 a
		média	2,56 aA	4,15 aA	0,60 aB	2,49 bB	3,98 aB	0,90 aB
	ALU	0,4	2,51 a	4,06 a	2,00 a	2,55 a	4,02 a	0,30 a
		0,5	2,55 a	4,14 a	0,70 a	2,55 a	4,03 a	0,00 a
		0,6	2,54 a	4,12 a	0,30 a	2,53 a	4,02 a	1,00 a
		0,7	2,48 a	4,09 a	3,00 a	2,52 a	4,01 a	0,70 a
		média	2,52 aA	4,11 aA	1,50 aA	2,54 aA	4,02 aB	0,50 aB
	M. Lote		2,54 A	4,12 A	1,40 B	2,51 B	3,99 B	0,90 B

AMC= telha de cimento amianto comum; AMB= telha de cimento amianto com pintura; ALU= telha de alumínio
 Letras minúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas entre as quantidades de cama de cada galpão
 Letras minúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas nos três galpões no mesmo lote de criação
 Letras maiúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas no galpão entre os dois lotes de criação
 Letras maiúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas entre os dois lotes de criação

6.3 Variáveis relacionadas com a cama de frango

6.3.1 Produção de cama de frango e coeficiente de resíduo

O resumo das análises de variância dos teores de matéria seca (MS), de matéria natural (MN), de água e de coeficiente de resíduo (Cr) , observados no final dos lotes de criação e nas épocas quente e fria, está apresentado no Quadro 9 e os valores médios destas variáveis, estão nos Quadros 10 e 11.

As produções de cama são apresentadas na forma de pesos totais obtidos em cada quantidade de cama analisada (MS ave⁻¹), água (%), quantidade de matéria seca (kg e %), quantidade de matéria natural (kg MN) e coeficiente de resíduo (kg). O valor médio de umidade (34,68%) encontrado no primeiro lote de criação, da época quente, diferiu do teor relatado por Conte (1997), o qual citou para a mesma densidade populacional, o teor médio de 39% utilizando como tipo de substrato, a casca de arroz.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) no teor de umidade entre camas do primeiro e segundo lote de criação (época quente: 34,38% e 18,12% e época fria: 36,68% e 25,62%, respectivamente). As diferenças observadas nos valores de umidade principalmente nas camas reutilizadas tanto para a época quente como para a época fria foram em virtude da condição climática onde se registrou menores valores de umidade relativa do ar e maiores temperaturas médias associada a maior variação da velocidade de vento (Figuras 2,3,4,5 e 6).

Além destes, os teores de matéria seca e umidade das camas de frangos sofreram influencia de uma série de fatores que independem da ave em si, como bebedouros, tipo e quantidade de cama, os quais juntamente com a densidade populacional das aves no

galpão, se inter-relacionaram e determinaram características ambientais e de qualidade da cama obtida ao final dos lotes de criação (Santos, 2001). De forma geral, observaram-se maiores ($P<0,01$) teores de matéria seca e, conseqüentemente menores teores de umidade nas camas reutilizadas em um segundo lote de criação das aves. No que se referiu à quantidade de água adicionada à cama, não se observou efeitos marcantes dos galpões e das quantidades de cama utilizadas no início da criação. Porém as quantidades de matéria seca obtidas no final dos lotes de criação foram influenciadas pela quantidade inicial de material adicionado como cama, obtendo-se, como esperado, maiores ($P<0,01$) quantidades de matéria seca com o aumento na quantidade inicial de cama (0,7 kg de MS/ ave).

Considerando-se as produções de cama e os pesos das camas obtidas em cada tratamento, observou-se que a produção de cama diminuiu ($P<0,01$) com a diminuição na quantidade adicionada nos boxes no início da criação de cada lote. Isto se refletiu pelos menores valores de coeficiente de resíduo, obtidos quando se utilizou menores quantidades de cama no início. Não foram observadas diferenças entre lotes de criação, porém deve-se observar que, de forma diferente do que foi adotado por Santos (1997) e Santos (2001) que utilizou a produção total de cama produzida enquanto que neste experimento optou-se por reutilizar a mesma quantidade em kg de MS/ ave (0,4; 0,5; 0,6 e 0,7) utilizada no primeiro lote (Quadros 10 e 11).

Quadro 9 Resumo das análises de variância dos teores de matéria seca (MS), de matéria natural (MN) e de água, expressos em percentagem (%) e em quilos (kg), e do coeficiente de resíduo (Cr) observados no final dos lotes das épocas quente e fria

Época	Fontes de Variação	GL	MS (%)	MS (kg)	Quadrados médios			
					MN(kg)	Água(%)	Água(kg)	Cr
Quente	Lotes	1	4762,2**	2777,7**	89,23 ^{ns}	4762,2**	1871,2**	0,095**
	Galpão	2	17,22 ^{ns}	30,32 ^{ns}	18,21 ^{ns}	17,22 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,0023**
	Cama	3	13,62 ^{ns}	544,48**	897,16**	13,62 ^{ns}	49,37*	0,045 ^{ns}
	Cama x galpão	6	16,32 ^{ns}	16,10 ^{ns}	49,87 ^{ns}	16,32 ^{ns}	19,35 ^{ns}	0,00098 ^{ns}
	Cama x lotes	3	2,87 ^{ns}	6,90 ^{ns}	35,04 ^{ns}	2,87 ^{ns}	12,31 ^{ns}	0,00023 ^{ns}
	galpão x lotes	2	52,12 ^{ns}	47,55 ^{ns}	7,32 ^{ns}	52,12 ^{ns}	20,99 ^{ns}	0,0061 ^{ns}
	Cama x galpão x lotes	6	7,41 ^{ns}	47,49 ^{ns}	86,59 ^{ns}	7,41 ^{ns}	14,24 ^{ns}	0,004 ^{ns}
	Resíduo	48	24,99	39,71	49,30	24,99	15,69	0,0029
	CV (%)		6,77	13,12	10,81	19,05	23,43	13,02
Fria	Lotes	1	635,8**	82,9*	2120,7**	635,8**	1364,78**	0,00071 ^{ns}
	Galpão	2	89,7**	0,73 ^{ns}	148,2*	89,78**	169,7**	0,000098 ^{ns}
	Cama	3	27,9 ^{ns}	563,8**	917,6**	27,99 ^{ns}	61,11*	0,036**
	Cama x galpão	6	2,98 ^{ns}	6,56 ^{ns}	25,93 ^{ns}	2,98 ^{ns}	7,87 ^{ns}	0,00061 ^{ns}
	Cama x lotes	3	5,62 ^{ns}	16,09 ^{ns}	99,33 ^{ns}	5,62 ^{ns}	36,48 ^{ns}	0,00035 ^{ns}
	galpão x lotes	2	217,44**	70,91 ^{ns}	437,49**	217,44**	398,0**	0,0026 ^{ns}
	Cama x galpão x lotes	6	5,51 ^{ns}	10,94 ^{ns}	28,23 ^{ns}	5,51 ^{ns}	11,06 ^{ns}	0,00098 ^{ns}
	Resíduo	48	11,68	13,32	46,51	11,68	22,84	0,00082
	CV (%)		5,15	6,70	8,26	10,14	16,97	6,29

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

^{ns} não significativo

Quadro 10 Valores médios dos teores de matéria seca (MS), de matéria natural (MN), de água e do coeficiente de resíduo (Cr), observados no final dos dois lotes de criação da época quente para os três tipos de galpões em função das quantidades de cama .

Época Quente								
Lote	Galpão	Cama (kg)	MS (%)	MS (kg)	MN (kg)	Água (%)	Água (kg)	Cr*
1	AMC	0,4	63,20 a	35,78 b	56,54 a	36,80 a	20,76 a	0,33 b
		0,5	66,72 a	42,03 ab	63,07 a	33,28 a	21,04 a	0,38 ab
		0,6	65,96 a	41,28 ab	62,64 a	34,04 a	21,36 a	0,38 ab
		0,7	69,90 a	49,55 a	70,89 a	30,10 a	21,33 a	0,46 a
		Média	66,45 aB	42,16 aB	63,28 aA	33,56 aA	21,12 aA	0,39 aB
	AMB	0,4	63,64 a	36,47 b	57,76 b	36,36 a	21,29 ab	0,33 b
		0,5	66,90 a	38,85 ab	58,15 b	33,10 a	19,30 b	0,36 ab
		0,6	70,70 a	45,04 ab	63,78 b	29,30 a	18,73 b	0,42 ab
		0,7	65,30 a	52,38 a	80,42 a	34,70 a	28,04 a	0,48 a
		Média	66,63 aB	43,19 aB	65,02 aA	33,37 aB	21,84 aA	0,40 aB
	ALU	0,4	64,57 a	39,15 ab	60,94 ab	35,43 a	21,79 ab	0,35 ab
		0,5	64,77 a	32,29 b	49,56 b	35,23 a	17,26 b	0,29 b
		0,6	61,43 a	42,70 ab	70,01 a	38,57 a	27,45 a	0,38 ab
		0,7	64,36 a	46,27 a	71,95 a	35,64 a	25,68 ab	0,41 a
		Média	63,78 aB	40,07 aB	63,11 aA	36,22 aA	23,04 aA	0,36 aB
	M. Lote		65,62 B	41,804 B	63,81 A	34,38 A	22,01A	0,38 A
2	AMC	0,4	78,35 a	43,56 b	55,56 b	21,65 a	12,01 a	0,37 b
		0,5	80,50 a	49,95 ab	61,93 ab	19,50 a	11,97 a	0,41 ab
		0,6	79,99 a	55,78 ab	69,55 ab	20,01 a	13,78 a	0,47 ab
		0,7	80,42 a	58,43 a	72,45 a	19,58 a	14,02 a	0,50 a
		Média	79,81 aA	51,93 aA	64,87 aA	20,19 aB	12,95 aB	0,43 aA
	AMB	0,4	82,02 a	54,89 a	66,36 a	17,98 a	11,47 a	0,46 a
		0,5	82,90 a	51,73 a	62,33 a	17,10 a	10,60 a	0,43 a
		0,6	83,16 a	54,54a	65,48 a	16,84 a	10,95 a	0,45 a
		0,7	83,12 a	60,08 a	72,27 a	16,88 a	12,20 a	0,51 a
		Média	82,80 aA	55,31 aA	66,61 aA	17,20 aA	11,30 aA	0,46 aA
	ALU	0,4	83,30 a	47,11 b	56,29 b	16,70 a	9,18 a	0,40 b
		0,5	83,23 a	53,87 ab	64,52 ab	16,77 a	10,65 a	0,45 ab
		0,6	81,74 a	56,18 ab	68,69 ab	18,26 a	12,51 a	0,47 ab
		0,7	83,89 a	64,62 a	76,97 a	16,11 a	12,34 a	0,56 a
		Média	83,04 aA	55,45 aA	66,62 aA	16,96 aB	11,17 aB	0,47 aA
	M. Lote		81,88 A	54,23 A	66,03 B	18,12 B	11,81 B	0,46 A

*Cr = (kg MS de cama produzida / kg de peso vivo) / n°aves

Letras minúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas entre as quantidades de cama de cada galpão

Letras minúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas nos três galpões no mesmo lote de criação

Letras maiúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas no galpão entre os dois lotes de criação

Letras maiúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas entre os dois lotes de criação

Quadro 11 Valores médios dos teores de matéria seca (MS), de matéria natural (MN), de água e do coeficiente de resíduo (Cr), observados no final dos dois lotes de criação da época fria para os três tipos de galpões em função das quantidades de cama (MS.ave⁻¹)

Época Fria								
Lote	Galpão	MS.ave ⁻¹ (kg)	MS (%)	MS (kg)	MN (kg)	Água (%)	Água (kg)	Cr*
1	AMC	0,4	62,03 a	49,30 c	79,53 b	37,97 a	30,23 a	0,41 c
		0,5	66,01 a	53,29 bc	80,95 b	33,99 a	27,66 a	0,45 bc
		0,6	63,82 a	59,12 ab	92,83 ab	36,18 a	33,71 a	0,48 b
		0,7	66,62 a	66,76 a	100,15 a	33,38 a	33,39 a	0,55 a
		Média	64,62 aB	57,12aA	88,37abA	35,38bA	31,25bA	0,47 aA
	AMB	0,4	56,81 a	51,38 bc	90,90 ab	43,19 a	39,51 a b	0,43 ab
		0,5	58,87 a	48,77 c	82,88 b	41,13 a	34,11 b	0,42 b
		0,6	56,48 a	57,04 ab	101,70 a	43,52 a	44,66 a	0,47 ab
		0,7	61,12 a	60,11 a	98,49 a	38,88 a	38,38 a b	0,49 a
		Média	58,32 bB	54,33 aA	93,49 aA	41,68 aA	39,17 aA	0,45 aA
	ALU	0,4	67,97 a	48,22c	70,97 c	32,03 a	22,76 a	0,40 c
		0,5	67,15 a	51,25 bc	76,21 bc	32,85 a	24,97 a	0,43 bc
		0,6	66,03 a	58,01 ab	87,86 ab	33,97 a	29,85 a	0,48 ab
		0,7	66,95 a	62,52 a	93,34 a	33,05 a	30,88 a	0,52 a
		Média	67,02 aA	54,10 aA	82,11 bA	32,98 bA	27,11 bA	0,46 aA
	M. Lote		63,32 B	55,48A	87,99 A	36,68 A	32,51 A	0,46 A
2	AMC	0,4	70,50 a	47,82 b	67,83 a	29,50 a	20,01 a	0,41 b
		0,5	70,10 a	50,87 ab	72,56 a	29,90 a	21,69 a	0,44 ab
		0,6	70,88 a	52,51 ab	74,01 a	29,12 a	21,49 a	0,45 ab
		0,7	73,14 a	56,78 a	77,72 a	26,86 a	20,94 a	0,49 a
		Média	71,16 aA	51,10 aB	73,03 bB	28,85bB	21,03 bB	0,44 aB
	AMB	0,4	67,49 a	48,77 b	72,23 a	32,51 a	23,46 a	0,42 b
		0,5	69,43 a	50,45 b	72,83 a	30,57 a	22,38 a	0,43 b
		0,6	71,29 a	55,19 ab	77,49 a	28,71 a	22,30 a	0,47 b
		0,7	71,66 a	61,99 a	86,55 a	28,34 a	24,56 a	0,53 a
		Média	69,97abA	54,10 aA	77,27 abB	30,04abB	23,17abB	0,46 aA
	ALU	0,4	64,97 a	47,59 b	74,34 a	35,03 a	26,75 a	0,40 b
		0,5	57,13 a	52,72 b	100,37 a	42,87 a	47,65 a	0,44 b
		0,6	66,53 a	54,49 ab	82,23 a	33,47 a	27,74 a	0,46 ab
		0,7	68,06 a	60,81 a	89,31 a	31,94 a	28,50 a	0,51 a
		Média	64,17 bA	53,90 aA	86,56 aA	35,83 aA	32,65 bA	0,45 aA
	M. Lote		68,43 A	53,33 B	78,96 B	31,57 B	25,62 B	0,45 A

* Cr = (kg MS de cama / kg de peso vivo) / nº de aves

Letras minúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas entre as quantidades de cama de cada galpão

Letras minúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas nos três galpões no mesmo lote de criação

Letras maiúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas no galpão entre os dois lotes de criação

Letras maiúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas entre os dois lotes de criação

6.3.2 Proteína bruta (PB), potencial de emissão de amônia (NH₃), temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango

O resumo das análises de variância dos teores de proteína bruta, potencial de emissão de amônia, bem como da temperatura da superfície e interior da cama de frango observados durante o período experimental são apresentados no Quadro 12.

Nos Quadros 13 e 14 são mostrados os valores médios destas variáveis observados no final dos dois lotes de criação da época quente e fria, nos três galpões, em função das quantidades de cama (MS.ave⁻¹), respectivamente.

Na época quente observou-se maiores ($P<0,01$) teores de proteína nas camas reutilizadas, observando-se também o efeito das coberturas sobre os teores de proteína, pois nas coberturas AMB e ALU os valores foram maiores. Considerando-se os valores de potencial de emissão de amônia, observou-se que houve diminuição no potencial das camas reutilizadas no segundo lote de criação, tanto na época quente como na época fria, demonstrando um efeito contrário ao ocorrido com os teores de proteína (Quadros 13, 14 e Figuras 9 e 10). De acordo com Baião (1995), a produção de amônia atinge índices mais altos quando a umidade da cama está entre 40 e 60%.

Weaver e Meijerhof (1991), citado por Hernandes (1997) obtiveram aumentos nos níveis de amônia à medida que se aumentou a umidade da cama, até um certo limite (em torno de até 30% de umidade) porém, este nitrogênio poderia não ser liberado de imediato pela cama para o meio, na forma de amônia. A reutilização propiciou maior quantidade de nitrogênio presente nas camas e, conseqüentemente, menor emissão de amônia (Quadros 13 e 14).

De acordo com a Figura 7, os valores registrados de potencial de emissão de amônia, a partir do 7º dia, tanto para a cama do primeiro lote como para a do segundo lote, tendem a aumentar podendo ser atribuído aos valores de temperatura do interior da cama que, a partir do 28º dia se encontravam entre 25 °C e 30 °C (Figuras 13 e 14), condições ideais para a transformação do ácido úrico contido nos dejetos em amônia.

Na época quente, no primeiro lote de criação, os maiores potenciais de emissão de amônia foram observados no galpão AMB e no segundo lote de criação, no galpão AMC (Quadro 13). Na época fria, no primeiro e segundo lote, os valores médios de potencial de emissão de amônia tenderam a aumentar a partir do 14º dia (Figura 8) e os maiores valores desta variável foram observados no galpão AMB (Quadro 14).

Nas Figuras 12, 13, 14 e 15 são apresentados os valores médios da temperatura da superfície e interior da cama, nos dois lotes de criação e épocas quente e fria respectivamente em função das semanas de criação. Durante a época quente, os maiores valores de Tsc foram observados no segundo lote de criação, no entanto na época fria não houve diferença entre os lotes (Quadros 13 e 14).

Quadro 12 Resumo das análises de variância do potencial de emissão de amônia (NH₃), dos teores de proteína bruta (PB), da temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango observados no final dos lotes das épocas quente e fria

Época	Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
			NH ₃	PB	Tsc	Tic
Quente	Lotes	1	120,07**	995,78**	268,73**	65,17**
	Galpão	2	271,01 ^{ns}	17,58**	27,12**	3,83**
	Cama	3	8,80 ^{ns}	60,65**	0,31 ^{ns}	0,74**
	Cama x galpão	6	9,34 ^{ns}	4,63 ^{ns}	1,15**	2,32**
	Cama x lotes	3	45,27**	0,63 ^{ns}	0,70**	0,25 ^{ns}
	Galpão x lotes	2	270,81**	9,40 ^{ns}	16,20**	11,95**
	Cama x galpão x lotes	6	19,36*	3,66 ^{ns}	0,38*	2,36**
	Resíduo	48	6,84	3,20	0,12	0,12
	CV (%)		15,35	9,19	1,11	0,97
Fria	Lotes	1	2033,52**	162,21**	3,96**	0,62*
	Galpão	2	124,03 ^{ns}	15,63 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,57*
	Cama	3	53,71 ^{ns}	19,93*	3,93 ^{ns}	2,75**
	Cama x galpão	6	77,33 ^{ns}	4,58 ^{ns}	0,53**	0,30*
	Cama x lotes	3	252,9**	4,30 ^{ns}	15,54**	2,29**
	Galpão x lotes	2	423,26**	57,02**	5,87**	0,20 ^{ns}
	Cama x galpão x lotes	6	68,27 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,76**	0,73**
	Resíduo	48	43,06	6,05	0,14	0,12
	CV (%)		27,55	11,62	1,25	1,12

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste ‘

^{ns} não significativo

Quadro 13 Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH₃), dos teores de proteína bruta (PB) e da temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango, observados no final dos dois lotes de criação da época quente, nos três galpões, em função das quantidades de cama (MS.ave⁻¹)

Época Quente						
Lote	Galpão	Cama (kg Msave ⁻¹)	NH ₃ (g/100g)	PB (%)	Tsc (°C)	Tic (°C)
1	AMC	0,4	14,5 b	16,0 a	30,2 a	36,3 a
		0,5	17,5 ab	15,6 a	30,3 a	35,8 a
		0,6	17,9 ab	15,4 a	30,5 a	35,9 a
		0,7	21,0 a	14,8 a	30,5 a	33,0 a
		Média	17,8 bB	15,5 aB	30,4 aB	35,2 bB
	AMB	0,4	22,4 ab	20,2 a	30,2 ab	33,8 bc
		0,5	19,3 b	17,4 ab	30,8 a	33,9 ab
		0,6	22,5 ab	13,7 bc	30,1 ab	33,1 c
		0,7	25,1 a	12,6 c	29,9 b	34,6 a
		Média	22,3 aA	16,0 aB	30,2 abB	33,8 cB
	ALU	0,4	12,5 a	18,3 a	29,9 a	35,6 b
		0,5	14,3 a	16,2 ab	30,0 a	34,8 c
		0,6	16,1 a	14,7 ab	29,8 a	36,3 ab
		0,7	16,6 a	14,1 b	29,8 a	36,5 a
		Média	14,9 cA	15,8 aB	29,9 bB	35,8 aB
	M. Lote		18,3 A	15,8 B	30,2 B	35,0 B
2	AMC	0,4	22,5 a	23,5 a	35,5 a	37,1 a
		0,5	23,7 a	22,8 a	33,8 b	37,4 a
		0,6	22,1 a	19,9 a	35,7 a	37,6 a
		0,7	20,2 a	19,9 a	35,6 a	36,9 a
		Média	22,1 aA	21,5 bA	35,1 aA	37,2 aA
	AMB	0,4	12,9 a	26,2 a	34,8 b	37,4 a
		0,5	14,9 a	24,6 ab	35,7 a	37,3 ab
		0,6	12,0 a	21,5 b	35,2 ab	37,2 ab
		0,7	13,4 a	22,6 ab	34,6 b	36,6 b
		Média	13,3 bA	23,7 aA	35,1 aA	37,1 aA
	ALU	0,4	17,8 a	26,1 a	31,6 b	36,1 a
		0,5	8,6 b	24,7 a	31,6 b	36,5 a
		0,6	10,4 b	23,8 a	32,4 a	36,3 a
		0,7	11,5 b	22,7 a	31,7 ab	36,1 a
		Média	12,1 bB	24,3 aA	31,8 bA	36,2 bA
	M. Lote		15,7 B	23,2 A	34,0 A	36,9 A

AMC= telha de cimento amianto comum; AMB= telha de cimento amianto com pintura; ALU= telha de alumínio
 Letras minúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas entre as quantidades de cama de cada galpão
 Letras minúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas nos três galpões no mesmo lote de criação
 Letras maiúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas no galpão entre os dois lotes de criação
 Letras maiúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas entre os dois lotes de criação.

Quadro 14 Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH₃), dos teores de proteína bruta (PB) e da temperatura da superfície (Tsc) e do interior (Tic) da cama de frango, observados no final dos dois lotes de criação da época fria, nos três galpões, em função das quantidades de cama (MS.ave⁻¹)

Época Fria						
Lote	Galpão	MS.ave ⁻¹ (kg)	NH ₃ (g/100g)	PB (%)	Tsc (°C)	Tic (°C)
1	AMC	0,4	29,1 a	19,0 a	28,1 b	30,0 c
		0,5	23,1 b	18,2 a	30,1 a	31,2 b
		0,6	31,8 b	17,8 a	29,9 a	32,0 a
		0,7	22,2 b	19,4 a	30,1 a	32,0 a
		Média	26,5 aA	18,6 aA	29,6 bB	31,4 bA
	AMB	0,4	28,1 a	20,4 a	29,6 c	31,5 b
		0,5	28,1 a	18,5 a	30,4 bc	30,7 c
		0,6	31,4 a	17,2 a	31,4 a	32,6 a
		0,7	26,6 a	17,3 a	30,9 ab	32,1 ab
		Média	28,5 aA	18,8 aA	30,6 aA	31,7 aA
	ALU	0,4	29,6 a	22,7 a	28,7 b	30,6 c
		0,5	29,3 a	21,7 a	29,7 a	31,1 bc
		0,6	31,5 a	22,2 a	30,1 a	31,6 ab
		0,7	24,0 a	21,7 a	30,5 a	32,0 a
		Média	27,3 aA	21,1 aA	29,7 bB	31,3 bA
	M. Lote		29,1 A	19,7A	29,9B	31,4A
2	AMC	0,4	9,4 a	25,4 a	31,7 a	31,3 a
		0,5	13,1 a	24,1 a	31,4 ab	31,0 a
		0,6	9,5 a	22,9 a	30,9 b	31,2 a
		0,7	12,9 a	24,2 a	29,7 c	31,4 a
		Média	11,22 bB	24,1 aA	30,9 aA	31,2 aA
	AMB	0,4	21,8 a	24,6 a	30,3 ab	30,7 b
		0,5	23,7 a	23,2 a	31,1 a	31,9 a
		0,6	22,1 a	20,8 a	30,2 b	31,4 ab
		0,7	25,2 a	20,1 a	28,3 c	31,4 ab
		Média	23,2 aA	22,2 aA	30,0 cB	31,3 abA
	ALU	0,4	16,3 a	23,4 a	32,1 a	31,2 ab
		0,5	26,5 a	22,4 a	31,3 a	31,6 a
		0,6	21,9 a	21,5 a	30,0 b	30,7 b
		0,7	19,8 a	19,3 a	28,1 c	31,5 a
		Média	21,1 aB	21,7 aA	30,4 bA	31,2 aA
	M. Lote		18,5 B	22,8 A	30,4 B	31,2 B

AMC= telha de cimento amianto comum; AMB= telha de cimento amianto com pintura; ALU= telha de alumínio
 Letras minúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas entre as quantidades de cama de cada galpão
 Letras minúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas nos três galpões no mesmo lote de criação
 Letras maiúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas no galpão entre os dois lotes de criação

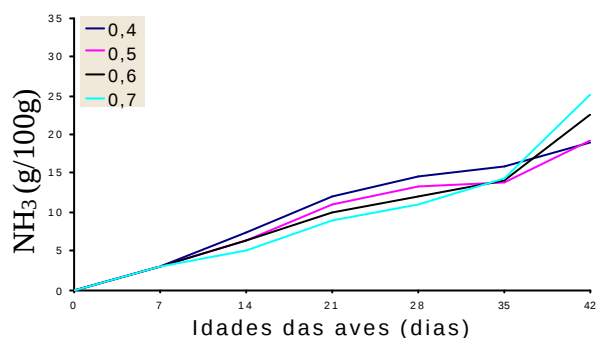
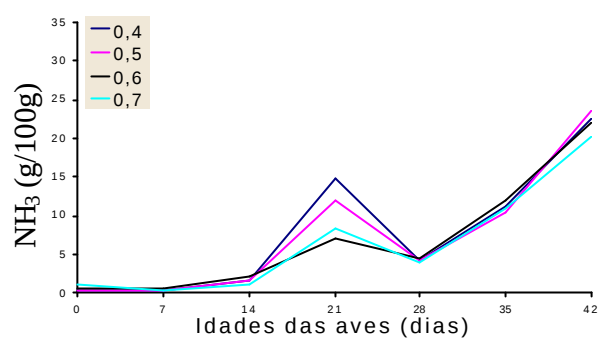
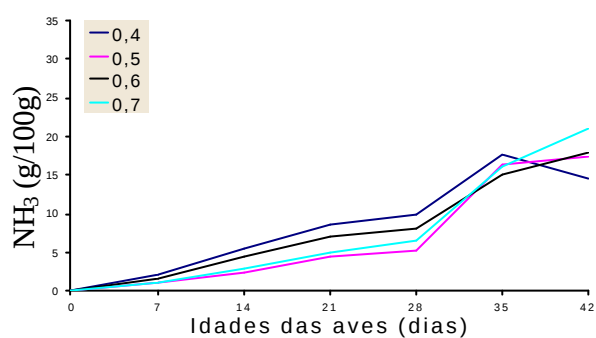
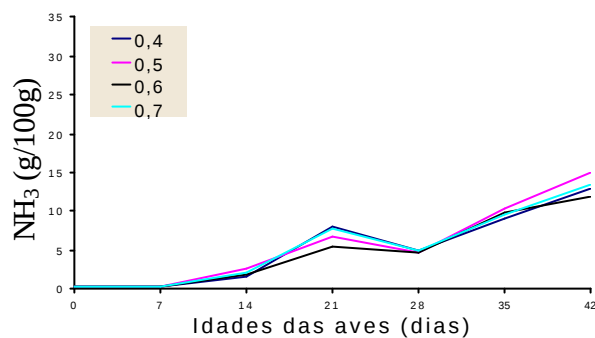
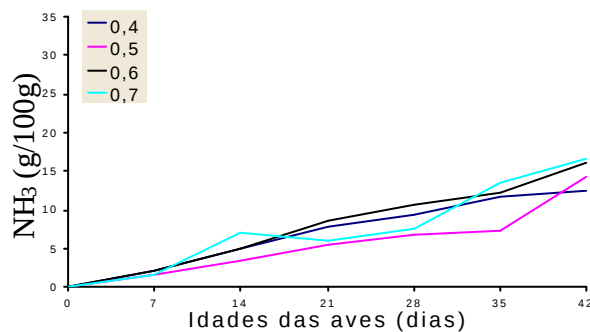
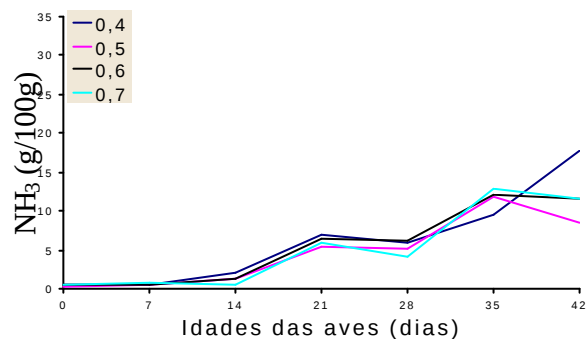
**a. AMC – Lote 1****b. AMC – Lote 2****c. AMB – Lote 1****d. AMB – Lote 2****e. ALU – Lote 1****f. ALU – Lote 2**

Figura 7 – Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH_3) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de cama (MS.ave^{-1}) nos dois lotes de criação, da época quente em função da idade das aves (dias).

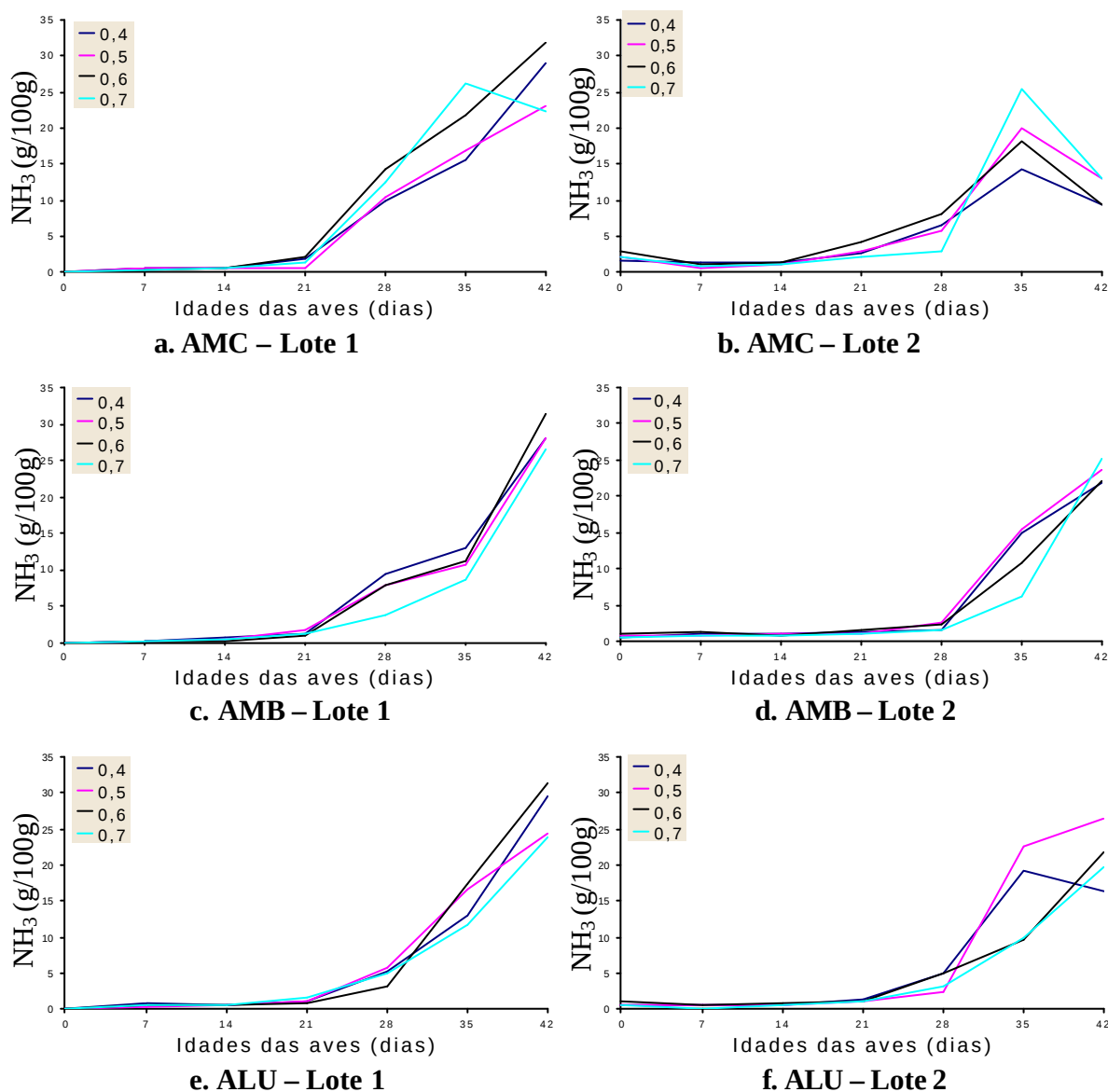


Figura 8 – Valores médios do potencial de emissão de amônia (NH_3) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de cama (MS.ave^{-1}), nos dois lotes de criação, da época fria em função da idade das aves (dias).

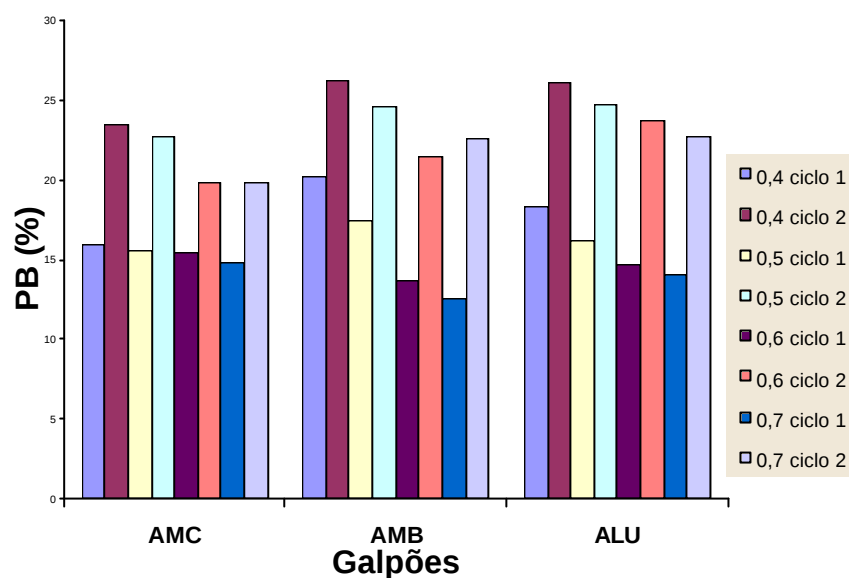


Figura 9 – Valores médios de proteína bruta (PB) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de cama (MS.ave⁻¹), nos dois lotes de criação, da época quente.

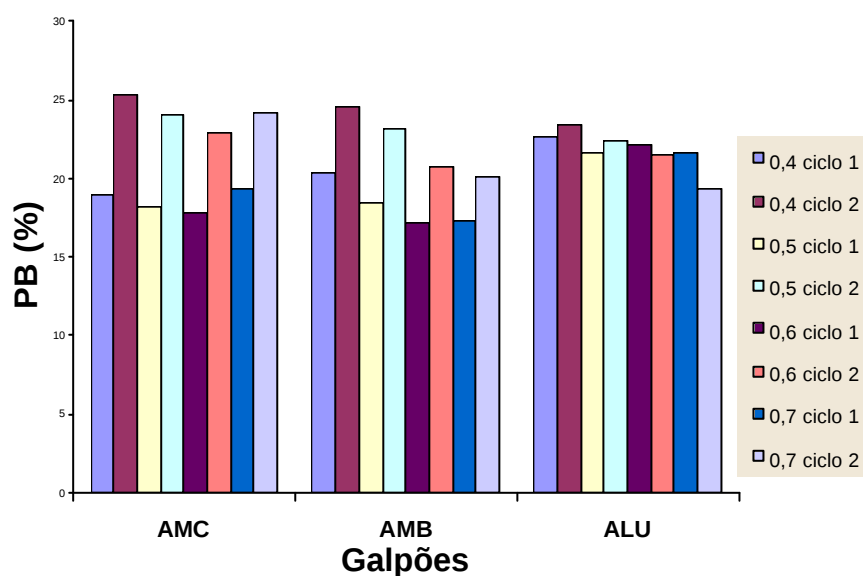


Figura 10 – Valores médios de proteína bruta (PB) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU) em diferentes quantidades de cama (MS.ave⁻¹), nos dois lotes de criação da época fria.

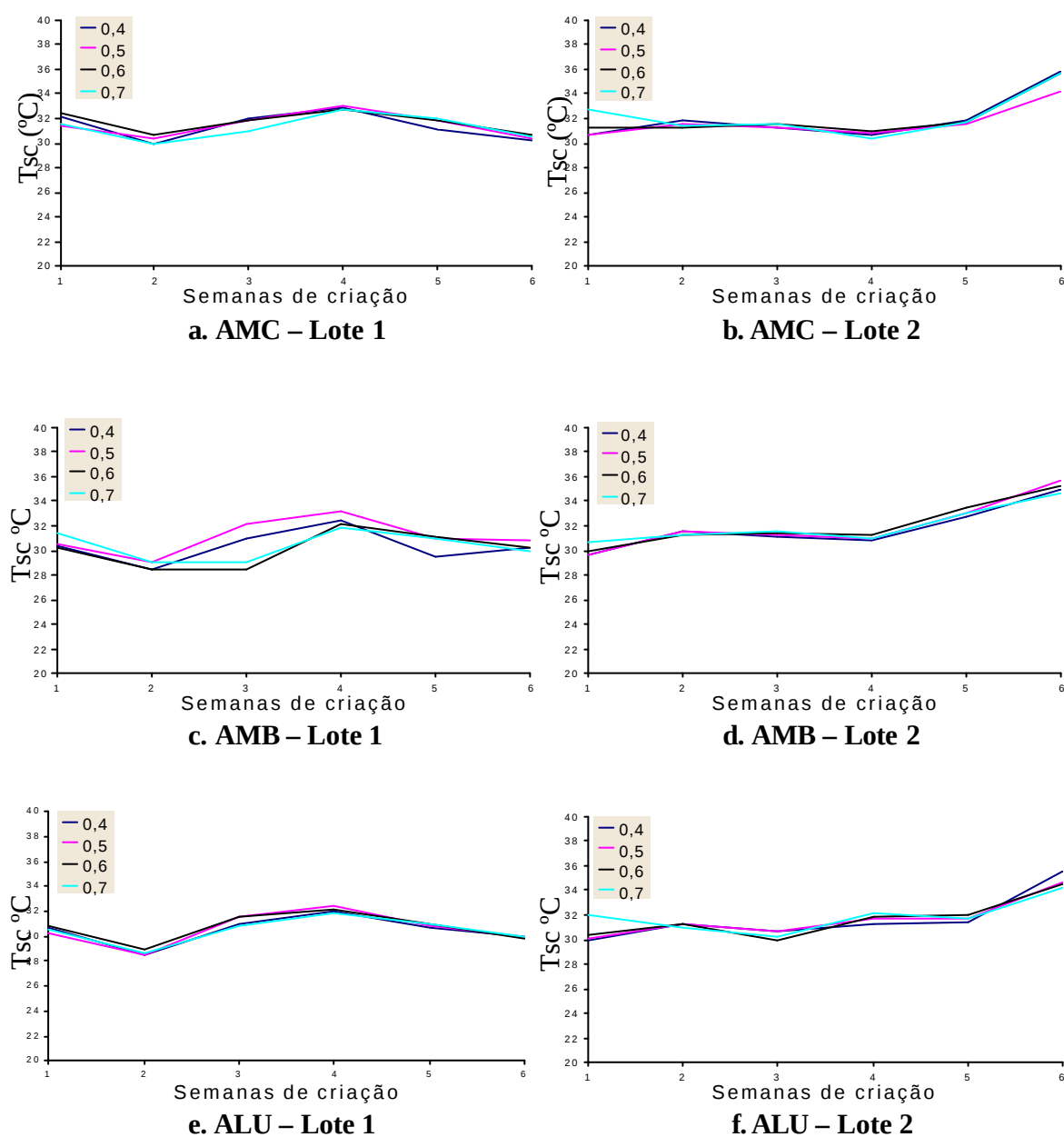


Figura 11 –Valores médios de temperatura de superfície de cama (T_{sc}) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de cama ($MS.ave^{-1}$), nos dois lotes de criação da época quente, em função das semanas de criação.

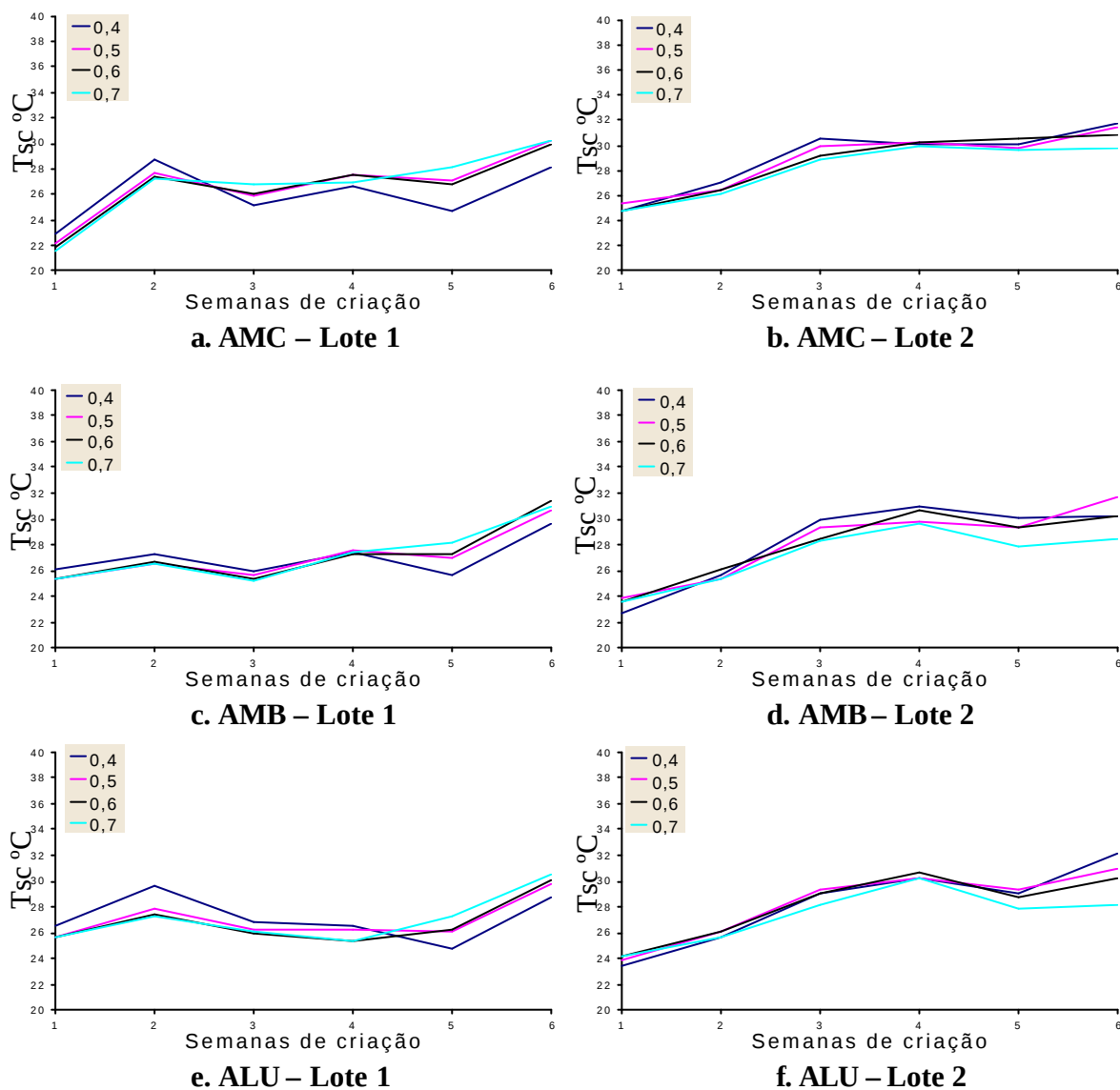


Figura 12 – Valores médios de temperatura de superfície de cama (T_{sc}) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de cama (MS.ave^{-1}), nos dois lotes de criação da época fria, em função das semanas de criação.

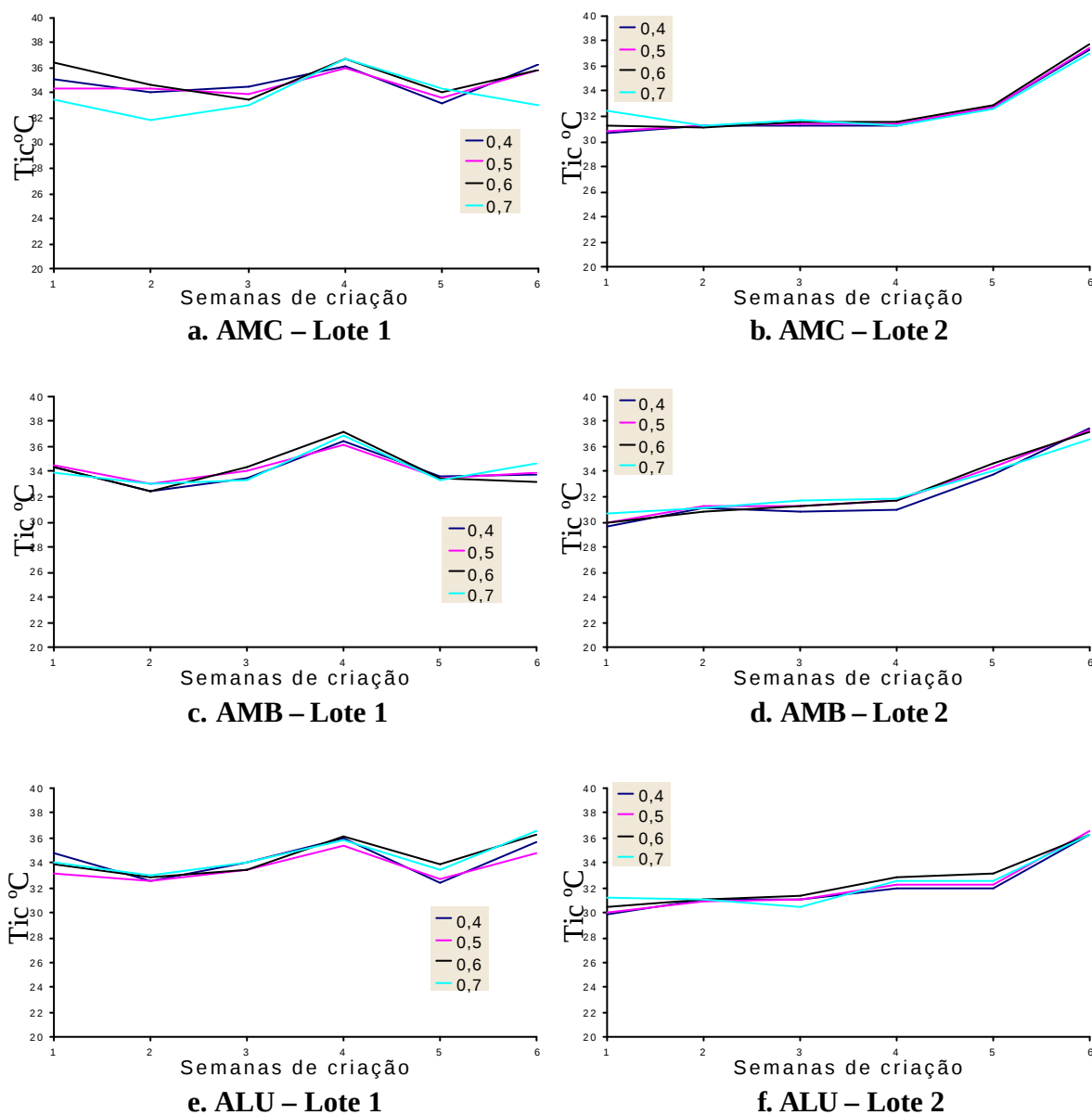


Figura 13 – Valores médios de temperatura interna da cama (Tic) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de cama (MS.ave⁻¹), nos dois lotes de criação da época quente, em função das semanas de criação.

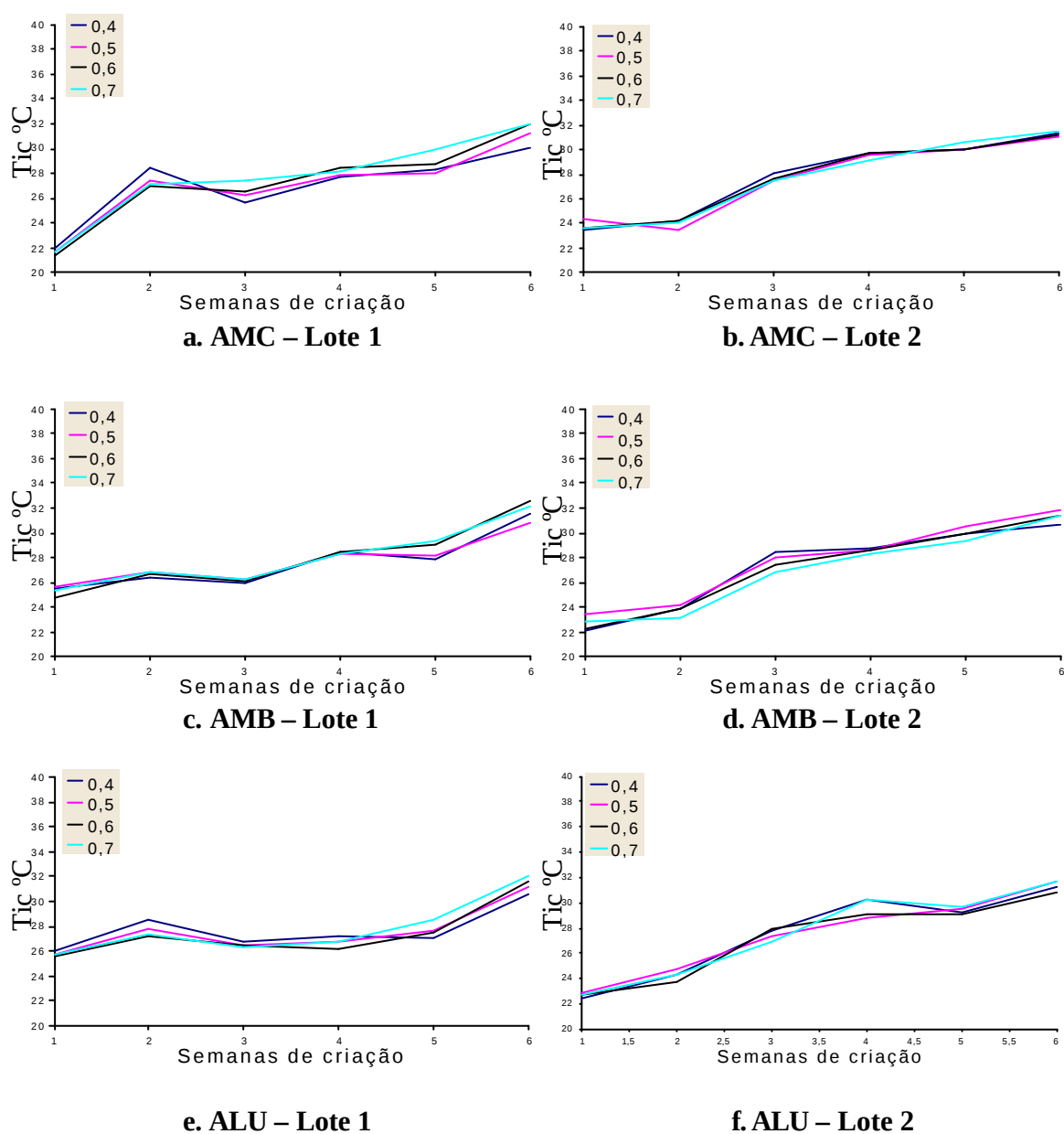


Figura 14 – Valores médios de temperatura interna da cama (Tic) observados nos galpões (AMC, AMB, ALU), em diferentes quantidades de cama (MS.ave^{-1}), nos dois lotes de criação da época fria, em função das semanas de criação.

6.3.3 Biodigestão anaeróbia das camas

6.3.3.1 Teores de sólidos totais e voláteis

Os teores médios de sólidos totais e voláteis, em porcentagem e em massa, no início e no final do processo de biodigestão anaeróbia, bem como as reduções nos teores de sólidos voláteis, em porcentagem, são apresentados nos Quadros 15 e 16, respectivamente para os períodos de verão e inverno. Foram observadas diferenças nas reduções de sólidos voláteis quando comparados os dois lotes de criação, indicando que a reutilização das camas em um segundo lote de criação de frangos permitiu maiores ($P < 0,01$) valores de redução, tanto no período de verão quanto no de inverno.

No período de verão a redução média obtida nos três galpões foi de 51,86 % nas camas reutilizadas e de 45,06 % nas camas de primeiro lote, tendência semelhante no período de inverno, com valores de 53,96 % para as camas reutilizadas e 44,09 % para as camas de um lote. Santos (2001) obteve valores maiores de redução de sólidos voláteis (77,93 % para camas reutilizadas e 48,59 % para camas de um lote), porém utilizou cama de maravalha, o mesmo foi observado por Santos (1997).

A quantidade de cama adicionada no início dos lotes de criação também interferiu na redução de sólidos voláteis durante o processo de biodigestão anaeróbia. Este efeito foi mais evidente durante os primeiros lotes de criação, tanto de verão como de inverno, fato esperado uma vez que nas camas reutilizadas consegue-se maior quantidade de estrume, que apresenta maior facilidade para sofrer a degradação quando comparado com a casca de arroz utilizada originalmente como substrato para cama nos primeiros lotes de verão e de inverno. Os substratos submetidos a biodigestão anaeróbia que tiveram as camas com

menor quantidade de casca de arroz por ave alojada nos boxes apresentaram maiores ($P<0,01$) reduções nos teores de sólidos voláteis, principalmente no primeiro lote da época quente e no segundo lote da época fria.

6.3.3.2 Distribuição da produção de biogás

As distribuições das produções de biogás no tempo, acumuladas em sete dias, são apresentadas nos Quadros 17, 18, 19, 20, 21 e 22 e Figuras 15, 16, 17, 18, 19 e 20, respectivamente, para os dois lotes da época quente, e para os dois lotes da época fria. Quando se comparam as produções obtidas com substratos preparados com cama de um lote de criação das aves com as camas reutilizadas num segundo lote, observa-se que as maiores produções foram obtidas com as camas reutilizadas, durante a época quente (Figuras 15, 16 e 17). Durante a época fria, não houve efeito da reutilização (Figuras 18, 19 e 20).

Os dados da quantidade total e distribuição da produção são particularmente importantes, conforme apontado em Santos (2001), no dimensionamento dos biodigestores para atender demandas energéticas em aviários, pois a necessidade energética se altera muito em função do desenvolvimento das aves.

Quadro 15 - Teores de sólidos totais e voláteis, em porcentagem e em massa e redução de SV, em porcentagem, para camas obtidas nos diferentes galpões e lotes de criação, na época quente.

Trat.	ST				SV			Redução	
	inicial (%)	final (%)	inicial (kg)	final (kg)	inicial (%)	final (%)	inicial (kg)	final (kg)	de SV (%)
0,4 AMC V	8,93	5,30	5,18	3,18	6,89	3,55	3,99	2,06	48,46 a
0,5 AMC V	8,90	4,48	5,16	2,69	6,90	3,59	4,00	2,08	48,00 a
0,6 AMC V	8,95	5,44	5,19	3,26	6,98	3,96	4,05	2,29	43,29 b
0,7 AMC V	8,76	5,57	5,08	3,34	6,83	3,85	3,87	2,23	42,24 b
Média	8,89	5,20	5,15	3,12	6,90	3,74	3,98	2,17	45,50 B
0,4 AMB V	8,91	5,38	5,17	3,23	6,83	3,65	3,96	2,12	46,57 a
0,5 AMB V	8,84	6,10	5,19	3,66	6,87	3,85	4,03	2,23	44,64 b
0,6 AMB V	8,94	5,14	5,18	3,08	6,93	3,78	4,02	2,19	45,48 ab
0,7 AMB V	8,81	5,02	5,11	3,01	6,86	3,89	3,98	2,26	43,31 b
Média	8,88	5,41	5,16	3,25	6,87	3,79	4,00	2,20	45,00 B
0,4 ALU V	8,91	5,40	5,17	3,24	6,67	3,59	3,87	2,08	46,17 a
0,5 ALU V	8,87	4,50	5,17	2,70	6,84	3,77	4,05	2,19	46,01 a
0,6 ALU V	8,23	4,69	4,77	2,82	6,32	3,58	3,66	2,08	43,33 b
0,7 ALU V	8,86	6,08	5,14	3,65	6,84	3,88	3,96	2,25	43,23 b
Média	8,71	5,17	5,06	3,10	6,66	3,71	3,89	2,15	44,69 B
0,4 AMC V-r	8,86	4,88	5,14	2,93	6,64	3,11	3,85	1,80	53,20 a
0,5 AMC V-r	8,79	5,01	5,10	3,01	6,63	3,21	3,84	1,86	51,56 a
0,6 AMC V-r	8,75	5,56	5,08	3,34	6,78	3,29	3,93	1,91	51,44 a
0,7 AMC V-r	8,79	5,87	5,10	3,52	6,85	3,44	3,97	2,00	49,79 a
Média	8,80	5,33	5,10	3,20	6,72	3,26	3,90	1,89	51,50 A
0,4 AMB V-r	8,75	4,89	5,08	2,93	6,61	3,25	3,83	1,89	50,83 a
0,5 AMB V-r	8,69	4,49	5,04	2,69	6,60	3,06	3,83	1,78	53,61 a
0,6 AMB V-r	8,82	5,12	5,11	3,07	6,79	3,29	3,94	1,91	51,56 a
0,7 AMB V-r	8,79	5,06	5,10	3,04	6,85	3,21	3,97	1,86	53,11 a
Média	8,76	4,89	5,08	2,93	6,71	3,20	3,89	1,86	52,28 A
0,4 ALU V-r	8,79	5,00	5,10	3,00	6,71	3,18	3,89	1,84	52,63 a
0,5 ALU V-r	8,71	4,98	5,05	2,99	6,75	3,31	3,91	1,92	50,95 a
0,6 ALU V-r	8,82	5,63	5,12	3,38	6,86	3,27	3,98	1,90	52,36 a
0,7 ALU V-r	8,75	5,49	5,07	3,29	6,83	3,33	3,96	1,93	51,21 a
Média	8,77	5,28	5,09	3,17	6,79	3,27	3,94	1,90	51,79 A

Na coluna redução de SV (%) médias seguidas de letra comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 16 - Teores de sólidos totais e voláteis, em porcentagem e em massa e redução de SV, em porcentagem, para camas obtidas nos diferentes galpões e lotes de criação, na época fria.

Trat.	ST				SV				Redução de SV (%)
	inicial (%)	final (%)	inicial (kg)	final (kg)	inicial (%)	final (%)	inicial (kg)	final (kg)	
0,4 AMC I	8,60	3,91	4,99	2,27	6,72	3,43	3,90	1,99	48,99 a
0,5 AMC I	8,38	5,73	4,86	3,32	6,52	3,63	3,78	2,11	44,30 a
0,6 AMC I	8,41	5,54	4,88	3,21	6,52	3,84	3,78	2,23	41,08 b
0,7 AMC I	8,60	5,47	4,99	3,17	6,62	3,92	3,84	2,27	40,79 b
Média	8,50	5,16	4,93	2,99	6,59	3,71	3,83	2,15	43,89 B
0,4 AMB I	8,50	5,08	4,93	2,95	6,67	3,44	3,87	2,00	48,44 a
0,5 AMB I	8,43	5,49	4,89	3,18	6,62	3,48	3,84	2,02	47,44 a
0,6 AMB I	8,45	5,06	4,90	2,93	6,41	3,85	3,72	2,23	39,97 b
0,7 AMB I	8,48	5,49	4,92	3,18	6,41	3,82	3,72	2,22	40,44 b
Média	8,47	5,28	4,91	3,06	6,53	3,65	3,79	2,12	44,18 B
0,4 ALU I	8,41	5,53	4,88	3,21	6,29	3,25	3,65	1,89	48,36 a
0,5 ALU I	8,52	5,32	4,94	3,09	6,43	3,48	3,73	2,02	45,89 b
0,6 ALU I	8,53	4,52	4,95	2,62	6,57	3,83	3,81	2,22	41,70 c
0,7 ALU I	8,48	4,77	4,92	2,77	6,55	3,87	3,80	2,24	40,93 c
Média	8,49	5,03	4,92	2,92	6,46	3,61	3,75	2,09	44,20 B
0,4 AMC I-r	8,40	4,34	4,87	2,52	6,41	2,94	3,72	1,71	54,16 a
0,5 AMC I-r	8,64	4,45	5,01	2,58	6,57	3,08	3,81	1,79	53,11 a
0,6 AMC I-r	8,59	4,56	4,98	2,64	6,59	2,98	3,82	1,73	54,75 a
0,7 AMC I-r	8,38	4,69	4,86	2,72	6,57	3,16	3,81	1,83	51,90 a
Média	8,50	4,51	4,93	2,62	6,53	3,04	3,79	1,76	53,48 A
0,4 AMB I-r	8,55	4,34	4,96	2,52	6,59	2,92	3,82	1,69	55,66 a
0,5 AMB I-r	8,45	4,14	4,90	2,40	6,53	2,78	3,79	1,61	57,46 a
0,6 AMB I-r	8,47	4,76	4,91	2,76	6,52	3,17	3,78	1,84	51,36 b
0,7 AMB I-r	8,50	4,37	4,93	2,53	6,43	2,90	3,73	1,68	54,91 a
Média	8,49	4,40	4,92	2,55	6,52	2,94	3,78	1,71	54,85 A
0,4 ALU I-r	8,52	3,98	4,94	2,31	6,38	2,74	3,70	1,59	57,05 a
0,5 ALU I-r	8,45	4,61	4,90	2,67	6,48	3,14	3,76	1,82	51,56 b
0,6 ALU I-r	8,41	4,50	4,88	2,61	6,67	3,02	3,87	1,75	54,74 a
0,7 ALU I-r	8,45	4,88	4,90	2,83	6,62	3,27	3,84	1,90	50,61 b
Média	8,46	4,49	4,91	2,61	6,54	3,04	3,80	1,76	53,56 A

Na coluna redução de SV (%) médias seguidas de letra comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 17 - Produções médias semanais de biogás (m³), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão **AMC**, nos dois lotes de criação, da época quente.

Dias	0,4 V	0,4 V-r	0,5 V	0,5 V-r	0,6 V	0,6 V-r	0,7 V	0,7 V-r
7	0,0558	0,1975	0,0399	0,1679	0,0235	0,1746	0,0244	0,1873
14	0,0515	0,0591	0,0413	0,0264	0,0352	0,0443	0,0344	0,0543
21	0,0000	0,1265	0,0000	0,0523	0,0028	0,0934	0,0055	0,1065
28	0,0000	0,1777	0,0066	0,1453	0,0103	0,1552	0,0049	0,1462
35	0,0000	0,1386	0,0138	0,1325	0,0138	0,1275	0,0042	0,1372
42	0,0000	0,1449	0,0138	0,1081	0,0191	0,1231	0,0042	0,1297
49	0,0003	0,0536	0,0184	0,0687	0,0498	0,0551	0,0052	0,0485
56	0,0137	0,0329	0,1017	0,0411	0,0743	0,0335	0,0283	0,0478
63	0,0722	0,0343	0,0531	0,0394	0,0663	0,0337	0,0249	0,0551
70	0,1066	0,0380	0,0525	0,0491	0,0417	0,0392	0,0388	0,0261
77	0,0422	0,0444	0,0164	0,0620	0,0442	0,0474	0,0415	0,0237
84	0,0572	0,0284	0,0303	0,0522	0,0620	0,0345	0,0350	0,0168
91	0,0676	0,0099	0,0589	0,0161	0,0454	0,0114	0,0149	0,0051
98	0,0582	0,0078	0,0654	0,0115	0,0278	0,0085	0,0144	0,0052
105	0,0586	0,0078	0,0207	0,0091	0,0113	0,0078	0,0105	0,0062
112	0,0634	0,0056	0,0077	0,0067	0,0093	0,0056	0,0075	0,0046
119	0,0632	0,0049	0,0058	0,0060	0,0095	0,0050	0,0090	0,0041
126	0,0432	0,0020	0,0052	0,0027	0,0094	0,0021	0,0089	0,0020
133	0,0166	0,0010	0,0066	0,0016	0,0066	0,0012	0,0061	0,0014
Total	0,7753	1,1155	0,5600	0,9991	0,5649	1,0034	0,3258	1,0081

Quadro 18 - Produções médias semanais de biogás (m³), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão **AMB**, nos dois lotes de criação, na época quente.

Dias	0,4 V	0,4 V-r	0,5 V	0,5 V-r	0,6 V	0,6 V-r	0,7 V	0,7 V-r
7	0,0616	0,1956	0,0850	0,1670	0,0284	0,1673	0,0352	0,1704
14	0,0282	0,0356	0,0676	0,0225	0,0518	0,0164	0,0487	0,0140
21	0,0000	0,1002	0,0266	0,0850	0,0050	0,0409	0,0173	0,0237
28	0,0009	0,1509	0,0341	0,1443	0,0075	0,1312	0,0243	0,1087
35	0,0042	0,1265	0,0530	0,0890	0,0140	0,1134	0,0561	0,1445
42	0,0027	0,1298	0,0656	0,1093	0,0268	0,1001	0,0651	0,1094
49	0,0060	0,0652	0,0511	0,0731	0,0534	0,0829	0,0457	0,0785
56	0,0498	0,0641	0,0500	0,0492	0,0758	0,0520	0,0439	0,0586
63	0,1000	0,0850	0,0536	0,0646	0,0615	0,0558	0,0411	0,0659
70	0,0484	0,0544	0,0714	0,0711	0,0607	0,0654	0,0616	0,0718
77	0,0383	0,0481	0,0737	0,0782	0,0674	0,0796	0,0509	0,0621
84	0,0531	0,0235	0,0214	0,0382	0,0844	0,0492	0,0132	0,0416
91	0,0560	0,0121	0,0107	0,0181	0,0322	0,0203	0,0084	0,0177
98	0,0679	0,0113	0,0106	0,0144	0,0152	0,0150	0,0085	0,0130
105	0,0683	0,0087	0,0106	0,0092	0,0123	0,0099	0,0047	0,0090
112	0,0845	0,0054	0,0074	0,0054	0,0126	0,0070	0,0058	0,0070
119	0,0715	0,0043	0,0070	0,0042	0,0109	0,0060	0,0057	0,0064
126	0,0390	0,0024	0,0068	0,0021	0,0087	0,0034	0,0062	0,0040
133	0,0178	0,0017	0,0051	0,0014	0,0098	0,0025	0,0054	0,0032
Total	0,8116	1,1263	0,7155	1,0472	0,6469	1,0201	0,5525	1,0117

Quadro 19 - Produções médias semanais de biogás (m³), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão ALU, nos dois lotes de criação, na época quente.

Dias	0,4 V	0,4 V-r	0,5 V	0,5 V-r	0,6 V	0,6 V-r	0,7 V	0,7 V-r
7	0,0527	0,1873	0,0611	0,1791	0,0414	0,1688	0,0108	0,1818
14	0,0306	0,0142	0,0427	0,0171	0,0333	0,0172	0,0485	0,0134
21	0,0000	0,0200	0,0015	0,0168	0,0000	0,0153	0,0115	0,0232
28	0,0000	0,1062	0,0084	0,0927	0,0030	0,0999	0,0226	0,1447
35	0,0000	0,1734	0,0177	0,1636	0,0059	0,1463	0,0457	0,1418
42	0,0000	0,1165	0,0323	0,1104	0,0160	0,1152	0,0815	0,1163
49	0,0063	0,0838	0,0525	0,0905	0,0284	0,0927	0,0618	0,0917
56	0,0253	0,0782	0,0729	0,0821	0,0804	0,0669	0,0527	0,0587
63	0,0715	0,0763	0,0591	0,0748	0,0707	0,0683	0,0608	0,0634
70	0,0653	0,0788	0,0479	0,0746	0,0632	0,0708	0,0720	0,0728
77	0,0765	0,0625	0,0599	0,0623	0,0497	0,0594	0,0495	0,0680
84	0,1081	0,0557	0,0677	0,0613	0,0465	0,0578	0,0307	0,0578
91	0,0644	0,0244	0,0652	0,0252	0,0461	0,0248	0,0107	0,0277
98	0,0804	0,0161	0,0209	0,0163	0,0611	0,0142	0,0084	0,0157
105	0,0922	0,0102	0,0081	0,0099	0,0540	0,0077	0,0054	0,0074
112	0,0604	0,0084	0,0082	0,0086	0,0356	0,0073	0,0042	0,0065
119	0,0146	0,0078	0,0106	0,0082	0,0190	0,0071	0,0059	0,0062
126	0,0145	0,0044	0,0072	0,0044	0,0109	0,0043	0,0059	0,0041
133	0,0105	0,0034	0,0069	0,0032	0,0101	0,0035	0,0059	0,0035
Total	0,7820	1,1299	0,6558	1,1036	0,6795	1,0503	0,6003	1,1071

Quadro 20 - Produções médias semanais de biogás (m³), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão **AMC**, nos dois lotes de criação, na época fria.

Dias	0,4 I	0,4 I-r	0,5 I	0,5 I-r	0,6 I	0,6 I-r	0,7 I	0,7 I-r
7	0,1656	0,1934	0,1443	0,1915	0,1338	0,1549	0,1233	0,1995
14	0,1303	0,0135	0,1669	0,0173	0,0176	0,0742	0,1536	0,0272
21	0,1736	0,0082	0,1516	0,0428	0,0152	0,1548	0,1508	0,0347
28	0,1101	0,1442	0,1052	0,1815	0,0655	0,1329	0,0801	0,1209
35	0,1279	0,1842	0,0584	0,1380	0,1115	0,1062	0,0744	0,1558
42	0,0314	0,0914	0,0177	0,1372	0,0724	0,1160	0,0247	0,1248
49	0,0166	0,1055	0,0129	0,0807	0,0540	0,0220	0,0155	0,0645
56	0,0163	0,0628	0,0134	0,0477	0,0233	0,0148	0,0113	0,0939
63	0,0120	0,0453	0,0104	0,0576	0,0389	0,0099	0,0086	0,1223
70	0,0071	0,0603	0,0072	0,0729	0,0326	0,0047	0,0062	0,0340
77	0,0087	0,0886	0,0080	0,0835	0,0208	0,0067	0,0070	0,0156
84	0,0064	0,1038	0,0064	0,0511	0,0119	0,0059	0,0032	0,0088
91	0,0022	0,0256	0,0017	0,0209	0,0028	0,0000	0,0041	0,0039
98	0,0034	0,0168	0,0022	0,0154	0,0050	0,0007	0,0026	0,0063
105	0,0027	0,0127	0,0000	0,0112	0,0072	0,0036	0,0015	0,0064
112	0,0021	0,0098	0,0000	0,0081	0,0041	0,0026	0,0023	0,0049
119	0,0019	0,0089	0,0000	0,0071	0,0032	0,0023	0,0026	0,0045
126	0,0019	0,0045	0,0011	0,0029	0,0019	0,0008	0,0014	0,0030
133	0,0019	0,0031	0,0015	0,0016	0,0015	0,0004	0,0010	0,0025
Total	0,8228	1,1837	0,7094	1,1696	0,6239	0,8135	0,6744	1,0341

Quadro 21 - Produções médias semanais de biogás (m³), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão **AMB**, nos dois lotes de criação, na época fria.

Dias	0,4 I	0,4 I-r	0,5 I	0,5 I-r	0,6 I	0,6 I-r	0,7 I	0,7 I-r
7	0,1791	0,1943	0,1761	0,1904	0,1775	0,2092	0,1625	0,1860
14	0,0234	0,0200	0,1766	0,0212	0,0145	0,0106	0,0475	0,0183
21	0,1064	0,1739	0,1699	0,0314	0,0260	0,0152	0,1362	0,0193
28	0,1438	0,1908	0,1211	0,1637	0,1245	0,1335	0,1582	0,0922
35	0,1192	0,0688	0,1257	0,1082	0,1538	0,1917	0,1040	0,1755
42	0,0907	0,1315	0,0202	0,1190	0,1176	0,1089	0,1432	0,1497
49	0,0599	0,0863	0,0170	0,1034	0,0652	0,1055	0,0298	0,0712
56	0,0818	0,0445	0,0545	0,0602	0,0927	0,0671	0,0176	0,0743
63	0,0643	0,0730	0,0074	0,0658	0,1063	0,0570	0,0057	0,1025
70	0,0407	0,1175	0,0044	0,0811	0,0264	0,0678	0,0081	0,1018
77	0,0190	0,1220	0,0083	0,1076	0,0120	0,0833	0,0076	0,0416
84	0,0128	0,0510	0,0022	0,0599	0,0089	0,0704	0,0040	0,0193
91	0,0102	0,0319	0,0022	0,0210	0,0031	0,0301	0,0022	0,0086
98	0,0044	0,0259	0,0029	0,0144	0,0047	0,0221	0,0029	0,0063
105	0,0040	0,0149	0,0000	0,0091	0,0036	0,0154	0,0000	0,0049
112	0,0044	0,0068	0,0020	0,0065	0,0033	0,0120	0,0015	0,0046
119	0,0045	0,0043	0,0026	0,0057	0,0032	0,0109	0,0019	0,0045
126	0,0024	0,0020	0,0012	0,0028	0,0017	0,0068	0,0014	0,0031
133	0,0017	0,0012	0,0007	0,0019	0,0012	0,0056	0,0012	0,0027
Total	0,9732	1,3610	0,8953	1,1742	0,9468	1,2251	0,8360	1,0875

Quadro 22 - Produções médias semanais de biogás (m³), para os biodigestores alimentados com camas obtidas no galpão **ALU**, nos dois lotes de criação, na época fria.

Dias	0,4 I	0,4 I-r	0,5 I	0,5 I-r	0,6 I	0,6 I-r	0,7 I	0,7 I-r
7	0,1985	0,2107	0,1905	0,2030	0,1696	0,1813	0,1250	0,1971
14	0,0099	0,0093	0,0339	0,0334	0,1557	0,0079	0,1236	0,0147
21	0,0199	0,0160	0,0470	0,0199	0,1664	0,0145	0,1495	0,0404
28	0,1324	0,1198	0,1526	0,0848	0,1111	0,1541	0,0944	0,1844
35	0,1601	0,2084	0,1776	0,1677	0,1076	0,1560	0,0685	0,1238
42	0,0941	0,0848	0,0796	0,1659	0,0250	0,1106	0,0253	0,1237
49	0,0976	0,1062	0,0873	0,1146	0,0136	0,1047	0,0128	0,0783
56	0,0707	0,1087	0,1290	0,0899	0,0110	0,0514	0,0087	0,0573
63	0,0551	0,0576	0,0535	0,1152	0,0051	0,0401	0,0000	0,0812
70	0,0650	0,0598	0,0096	0,1098	0,0059	0,0534	0,0000	0,0941
77	0,0910	0,0885	0,0029	0,0592	0,0053	0,0759	0,0000	0,0698
84	0,0822	0,1187	0,0077	0,0352	0,0022	0,0938	0,0000	0,0229
91	0,0241	0,0525	0,0033	0,0095	0,0000	0,0466	0,0000	0,0124
98	0,0172	0,0322	0,0048	0,0075	0,0000	0,0229	0,0000	0,0103
105	0,0109	0,0181	0,0022	0,0054	0,0000	0,0100	0,0000	0,0045
112	0,0085	0,0148	0,0021	0,0062	0,0000	0,0093	0,0000	0,0030
119	0,0077	0,0137	0,0021	0,0064	0,0000	0,0090	0,0000	0,0026
126	0,0051	0,0066	0,0010	0,0039	0,0007	0,0061	0,0002	0,0020
133	0,0043	0,0043	0,0006	0,0031	0,0009	0,0052	0,0002	0,0019
Total	1,1557	1,3324	0,9875	1,2420	0,7804	1,1547	0,6083	1,1250

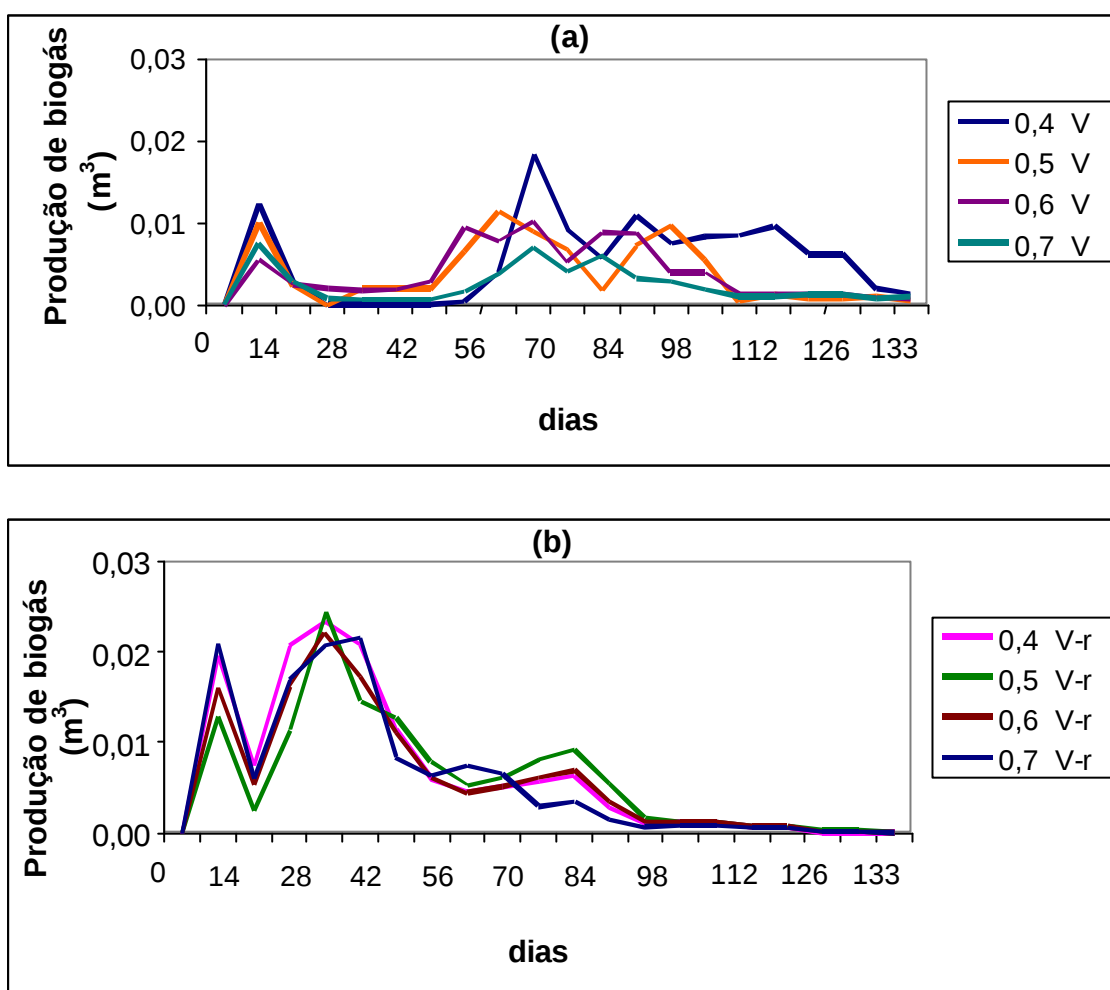


Figura 15 - Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m^3 , para as diferentes quantidades de camas obtidas durante a época quente, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b) - Galpão AMC.

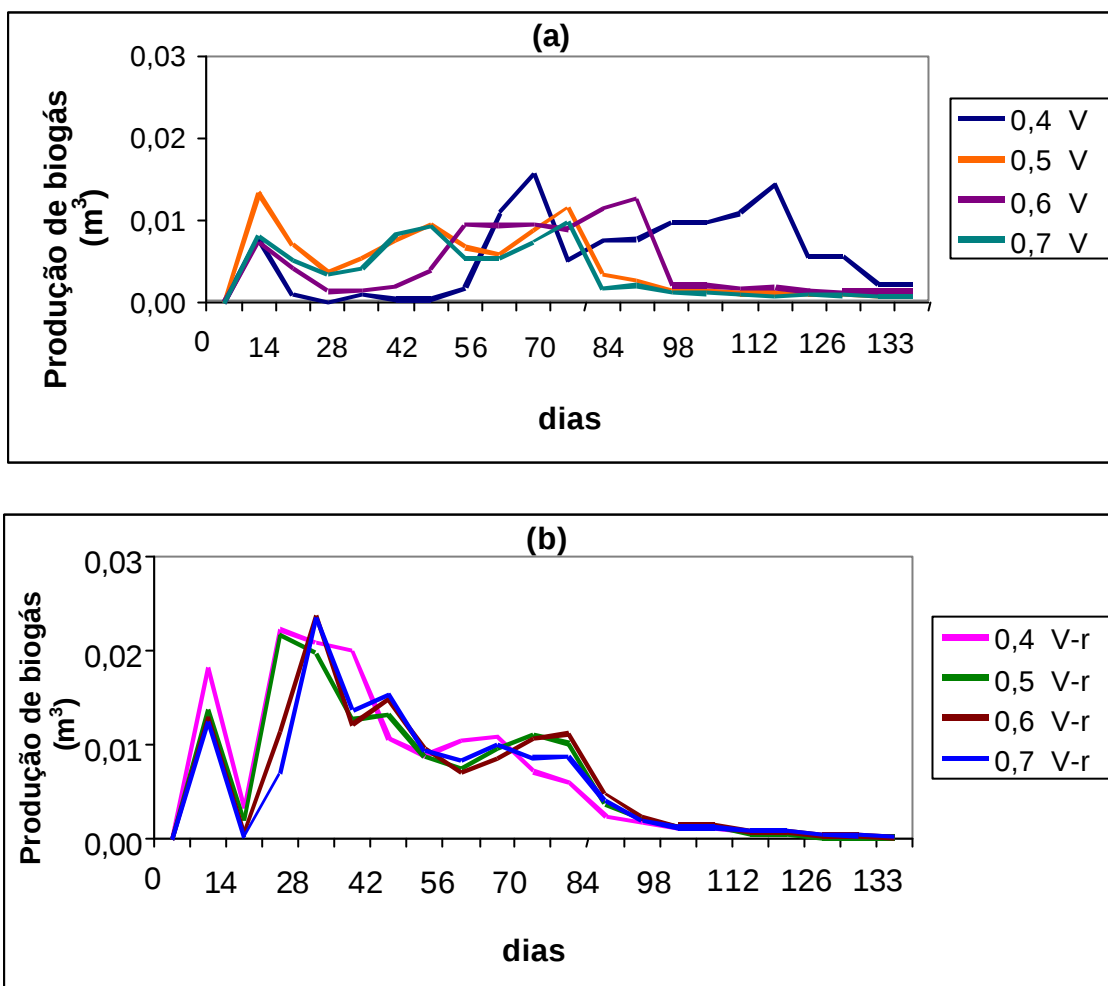


Figura 16 -Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m³, para as diferentes quantidades camas obtidas durante a época quente, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b) - Galpão **AMB**.

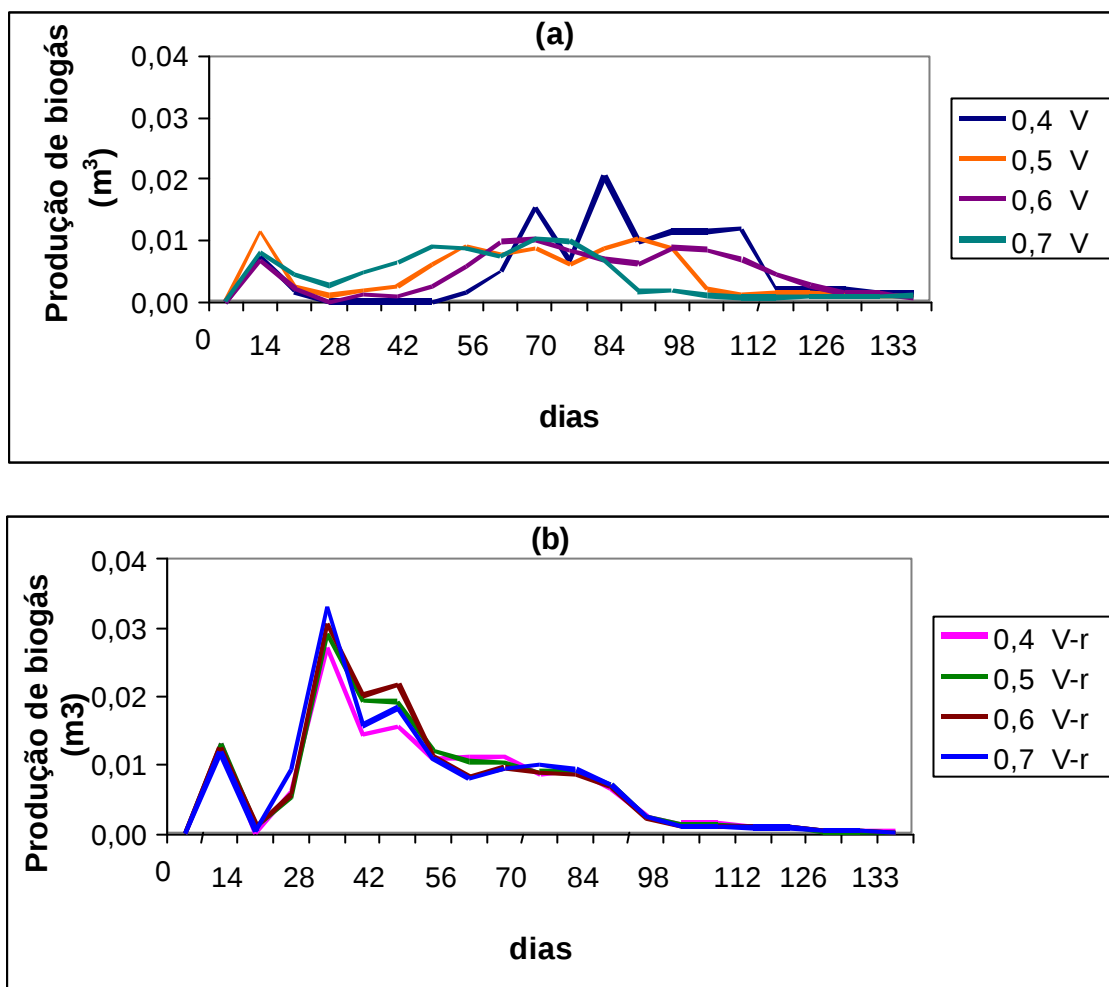


Figura 17 - Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m³, para as diferentes quantidades de camas obtidas durante a época quente, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b) - Galpão ALU.

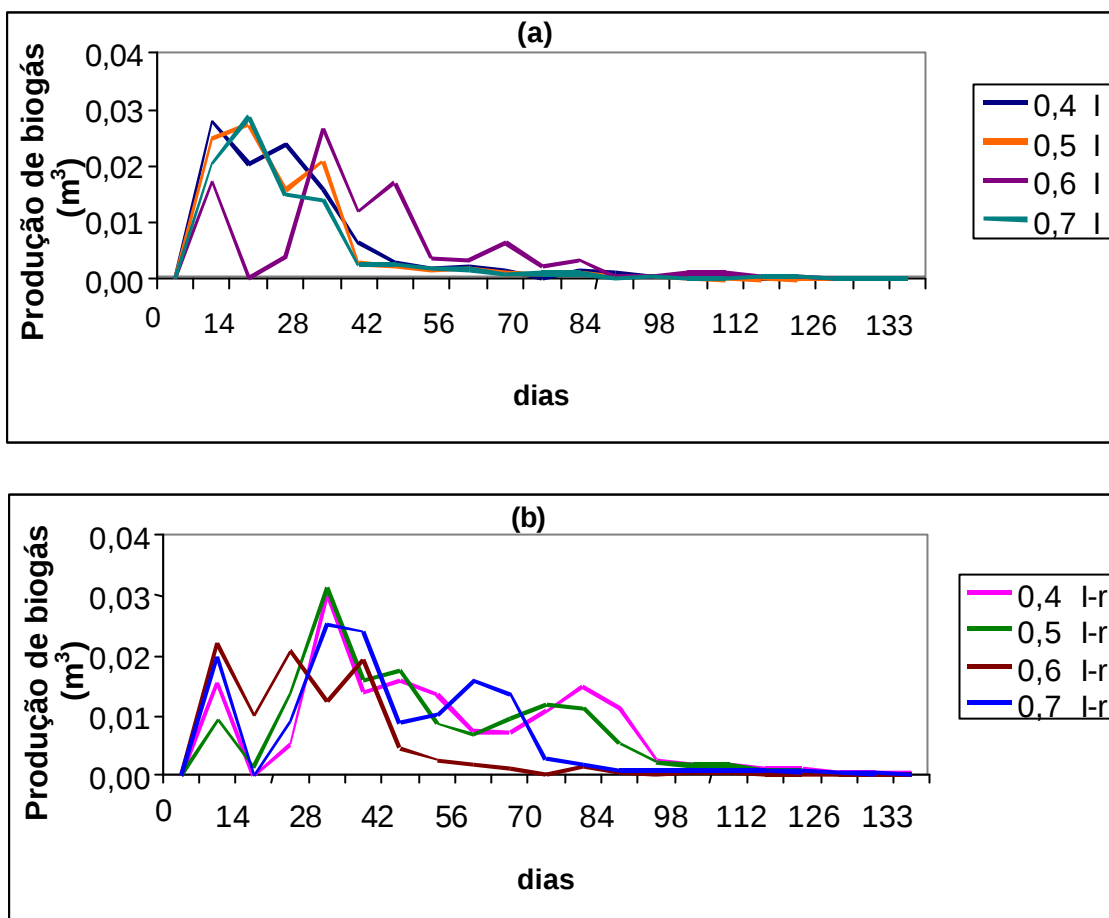


Figura 18 - Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m³, para as diferentes quantidades de camas obtidas durante a época fria, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b) - Galpão AMC.

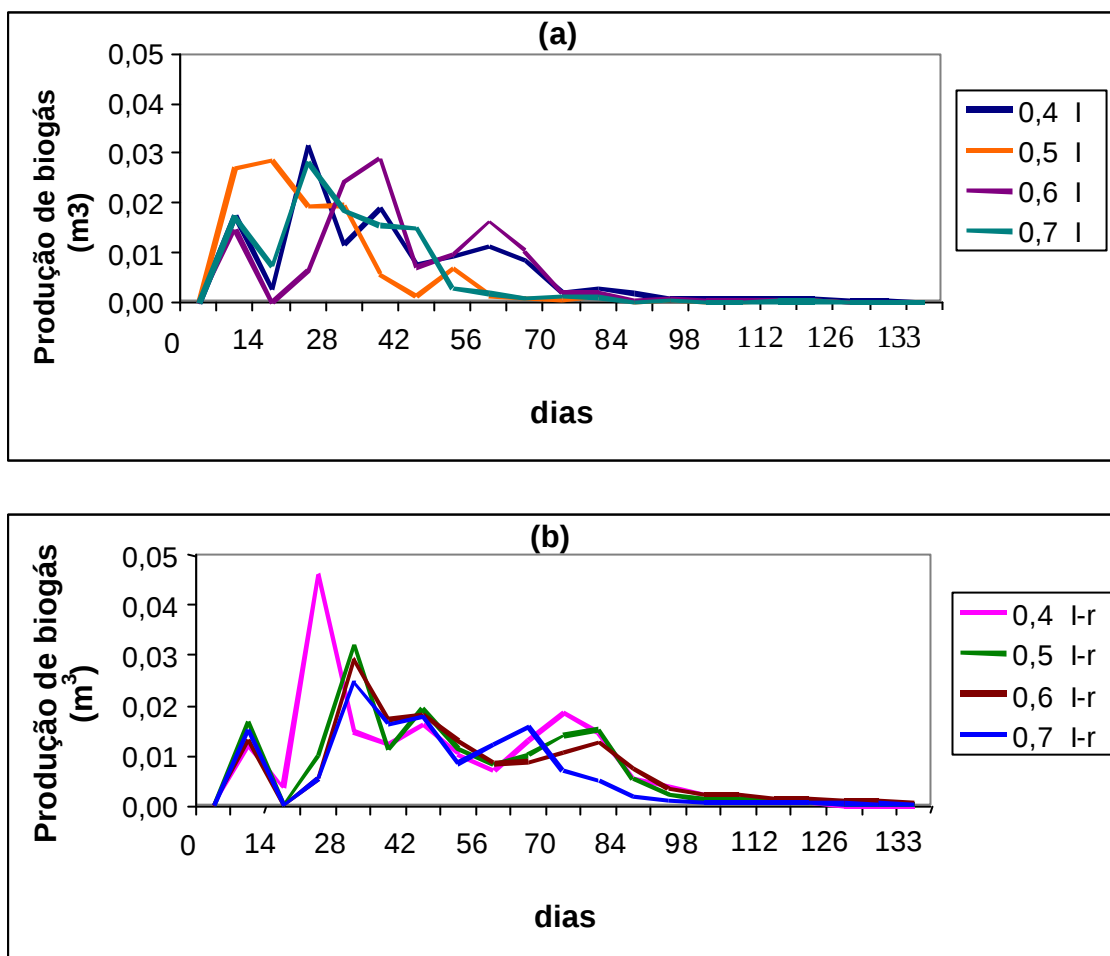


Figura 19 - Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m^3 , para as diferentes quantidades de camas obtidas durante a época fria, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b) - Galpão **AMB**.

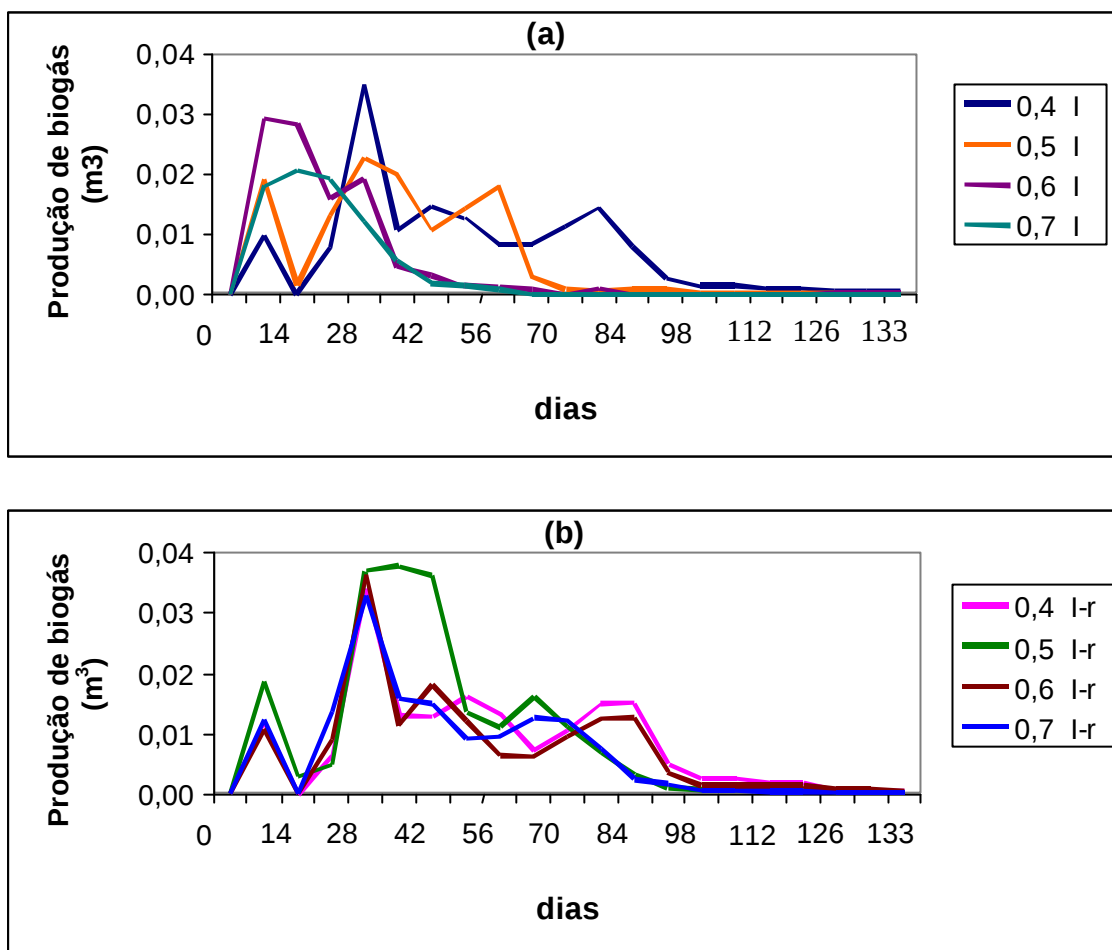


Figura 20 - Produção média de biogás, acumulada de sete dias, em m^3 , para as diferentes quantidades de camas obtidas durante a época fria, submetidas ao processo de biodigestão após uma utilização (a) e após uma reutilização (b) - Galpão ALU.

6.3.3.3.Potenciais de produção de biogás

Os resumos das análises de variância dos potenciais de produção de biogás, em m³ de biogás por kg de substrato em fermentação, por kg de sólidos totais adicionados, por kg de sólidos voláteis adicionados, por kg de sólidos voláteis destruídos e por kg de cama adicionada nos biodigestores, são apresentados no Quadro 23.

Nos Quadros 24 e 25 são apresentados os valores médios dos potenciais de produção de biogás, obtidos com as camas de cada galpão e quantidade inicial, corrigido para 20 °C e 1 atm. Os resultados demonstraram maiores ($P<0,01$) valores de produção de biogás nas camas reutilizadas no segundo lote, tanto na época quente como na época fria. Observaram-se também, efeitos das quantidades de cama adicionadas no início da criação, pois foram conseguidas maiores produções ($P<0,01$) quando se adicionaram menores quantidades de cama, porém estes efeitos tenderam a se minimizar quando se reutilizou a cama em um segundo lote de criação. O tipo de cobertura utilizada nos galpões interferiu nos potenciais de produção de biogás, obtendo-se menores potenciais ($P<0,01$) com as camas obtidas sob cobertura de fibrocimento comum (AMC) e os maiores valores foram obtidos nas camas sob cobertura de alumínio (ALU) em ambos os lotes de criação, nas épocas quente e fria.

Quadro 23- Resumo das análises de variância dos potenciais de produção de biogás em m³/kg de substrato, sólidos totais adicionados, sólidos voláteis adicionados, sólidos voláteis destruídos e cama obtidas nas épocas quente e fria, durante dois lotes de criação

Época	Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
			Substrato	ST adic.	SV adic.	SV dest.	Cama
Quente	Lotes	1	0,0009**	0,1259**	0,2153 **	0,5014**	0,1433**
	Galpão	2	0,0000 **	0,0026 **	0,0041 **	0,0217**	0,0028 **
	Cama	3	0,0000 **	0,0040**	0,0084**	0,0257**	0,0048**
	Cama x galpão	6	0,0000 ^{ns}	0,0003 **	0,0005 **	0,0021 **	0,0004 **
	Cama x lotes	3	0,0000 **	0,0014 **	0,0020 **	0,0090 **	0,0017 **
	galpão x lotes	2	0,0000 ^{ns}	0,0006 **	0,0011 **	0,0101 **	0,0007 **
	Cama x galpão x lotes	6	0,0000 ^{ns}	0,0002 *	0,0003**	0,0034 **	0,0002 **
	Resíduo	48	0,0000	0,0001	0,0001	0,0005	0,0001
	CV (%)		9,09	5,17	3,78	4,93	4,15
Fria	Lotes	1	0,0006**	0,0781**	0,1217**	0,0737**	0,0835**
	Galpão	2	0,0001 **	0,0106 **	0,0206**	0,0777**	0,0105**
	Cama	3	0,0001 **	0,0090**	0,0147**	0,0571 **	0,0100**
	Cama x galpão	6	0,0000 **	0,0017 **	0,0029 **	0,0409 **	0,0018 **
	Cama x lotes	3	0,0000 ^{ns}	0,0004 **	0,0003 ^{ns}	0,0066 **	0,0004 **
	galpão x lotes	2	0,0000 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0049**	0,0002*
	Cama x galpão x lotes	6	0,0000 **	0,0011 **	0,0013 **	0,0438 **	0,0010 **
	Resíduo	48	0,0000	0,0001	0,0002	0,0005	0,0001
	CV (%)		7,45	4,25	5,42	4,09	3,55

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

^{ns} não significativo

Quadro 24 – Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20 °C e 1 atm, para as camas obtidas na época quente, durante os dois lotes de criação.

Trat.	Potenciais (m ³ /kg)				
	Substrato	ST Adic.	SV Adic.	SV Destr.	Cama
0,4 AMC V	0,0134 a	0,1497 a	0,1941 a	0,4006 a	0,1638 a
0,5 AMC V	0,0097 b	0,1085 b	0,1398 b	0,2913 b	0,1184 b
0,6 AMC V	0,0097 b	0,1088 b	0,1396 b	0,3225 b	0,1192 b
0,7 AMC V	0,0056 c	0,0641 c	0,0843 c	0,1995 c	0,0691 c
Média	0,0096 B	0,1078 B	0,1395 B	0,3035 B	0,1176 B
0,4 AMB V	0,0140 a	0,1570 a	0,2048 a	0,4399 a	0,1705 a
0,5 AMB V	0,0123 b	0,1378 b	0,1774 b	0,3973 b	0,1525 b
0,6 AMB V	0,0112 b	0,1248 b	0,1609 c	0,3537 bc	0,1363 bc
0,7 AMB V	0,0095 c	0,1081 c	0,1388 d	0,3205 c	0,1171 c
Média	0,0118 A	0,1319 A	0,1705 A	0,3778 A	0,1441 A
0,4 ALU V	0,0135 a	0,1514 a	0,2022 a	0,4379 a	0,1651 a
0,5 ALU V	0,0113 b	0,1269 b	0,1619 b	0,3520 b	0,1393 b
0,6 ALU V	0,0117 b	0,1424 b	0,1854 b	0,4280 ab	0,1443 ab
0,7 ALU V	0,0104 c	0,1169 c	0,1514 b	0,3502 b	0,1282 b
Média	0,0117 A	0,1344 A	0,1752 A	0,3920 A	0,1442 A
0,4 AMC V-r	0,0192 a	0,2172 a	0,2894 a	0,5441 a	0,2347 a
0,5 AMC V-r	0,0172 b	0,1959 b	0,2599 b	0,5041 b	0,2122 b
0,6 AMC V-r	0,0173 b	0,1977 b	0,2553 b	0,4963 b	0,2121 b
0,7 AMC V-r	0,0174 b	0,1976 b	0,2537 b	0,5096 b	0,2130 b
Média	0,0178 B	0,2021 B	0,2646 B	0,5135 B	0,2180 B
0,4 AMB V-r	0,0194 a	0,2218 a	0,2938 a	0,5780 a	0,2384 a
0,5 AMB V-r	0,0181 ab	0,2077 b	0,2735 b	0,5100 b	0,2223 b
0,6 AMB V-r	0,0176 b	0,1995 b	0,2590 b	0,5023 b	0,2158 b
0,7 AMB V-r	0,0174 b	0,1984 b	0,2548 b	0,4798 b	0,2149 b
Média	0,0181 B	0,2068 B	0,2703 B	0,5175 B	0,2229 B
0,4 ALU V-r	0,0195 a	0,2215 a	0,2902 a	0,5514 a	0,2389 a
0,5 ALU V-r	0,0190 ab	0,2184 a	0,2820 b	0,5535 a	0,2343 a
0,6 ALU V-r	0,0181 b	0,2053 b	0,2638 c	0,5038 b	0,2224 b
0,7 ALU V-r	0,0191 ab	0,2182 a	0,2797 bc	0,5461 a	0,2351 a
Média	0,0189 A	0,2158 A	0,2789 A	0,5387 A	0,2327 A

Letras minúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas entre as quantidades de cama de cada galpão

Letras maiúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas entre galpões no mesmo lote de criação.

Quadro 25 – Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20 °C e 1 atm, para as camas obtidas na época fria, durante os dois lotes de criação.

Trat.	Potenciais (m ³ /kg)				
	Substrato	ST Adic.	SV Adic.	SV Destr.	Cama
0,4 AMC I	0,0142 a	0,1649 a	0,2109 a	0,4312 a	0,1717 a
0,5 AMC I	0,0122 ab	0,1461 b	0,1878 a	0,4237 b	0,1501 b
0,6 AMC I	0,0108 c	0,1278 d	0,1651 c	0,4041 c	0,1324 d
0,7 AMC I	0,0116 b	0,1351 c	0,1754 b	0,4285 ab	0,1429 c
Média	0,0122 B	0,1435 B	0,1848 B	0,4212 B	0,1493 B
0,4 AMB I	0,0168 a	0,1973 a	0,2517 a	0,5211 c	0,2073 a
0,5 AMB I	0,0154 bc	0,1831 b	0,2334 b	0,4908 d	0,1859 c
0,6 AMB I	0,0163 ab	0,1933 b	0,2548 a	0,6345 a	0,2011 b
0,7 AMB I	0,0144 c	0,1699 c	0,2245 b	0,5568 b	0,1768 d
Média	0,0157 A	0,1859 A	0,2411 A	0,5453 A	0,1928 A
0,4 ALU I	0,0199 a	0,2368 a	0,3163 a	0,6558 a	0,2425 a
0,5 ALU I	0,0170 b	0,2000 b	0,2649 b	0,5766 b	0,2088 b
0,6 ALU I	0,0135 c	0,1577 c	0,2046 c	0,4925 c	0,1647 c
0,7 ALU I	0,0105 c	0,1237 d	0,1602 d	0,3904 d	0,1286 d
Média	0,0152 A	0,1796 A	0,2365 A	0,5311 A	0,1861 A
0,4 AMC I-r	0,0204 a	0,2431 a	0,3184 a	0,5887 a	0,2528 a
0,5 AMC I-r	0,0202 a	0,2334 a	0,3067 a	0,5800 a	0,2469 a
0,6 AMC I-r	0,0140 c	0,1632 c	0,2129 c	0,3885 c	0,1714 c
0,7 AMC I-r	0,0178 b	0,2127 b	0,2714 b	0,5214 b	0,2199 b
Média	0,0181 B	0,2131 B	0,2774 B	0,5171 B	0,2228 B
0,4 AMB I-r	0,0235 a	0,2745 a	0,3561 a	0,6399	0,2868 a
0,5 AMB I-r	0,0202 bc	0,2396 b	0,3099 b	0,5374	0,2464 b
0,6 AMB I-r	0,0211 ab	0,2494 b	0,3240 b	0,6308	0,2559 b
0,7 AMB I-r	0,0188 c	0,2207 b	0,2914 b	0,5319	0,2298 c
Média	0,0209 A	0,2461 A	0,3203 A	0,5856 A	0,2547 A
0,4 ALU I-r	0,0230 a	0,2696 a	0,3601 a	0,6322 a	0,2821 a
0,5 ALU I-r	0,0214 b	0,2533 b	0,3300 b	0,6398 a	0,2611 a
0,6 ALU I-r	0,0199 b	0,2366 c	0,2982 c	0,5444 c	0,2420 b
0,7 ALU I-r	0,0194 c	0,2294 c	0,2927 c	0,5800 b	0,2349 b
Média	0,0209 A	0,2472 A	0,3202 A	0,5942 A	0,2550 A

Letras minúsculas sem negrito referem-se às diferenças observadas entre as quantidades de cama de cada galpão
 Letras maiúsculas em negrito referem-se às diferenças observadas entre galpões no mesmo lote de criação

7 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos durante o período experimental permitiram as seguintes conclusões:

a.- A qualidade da cama variou em função da quantidade de substrato inicial, número de lotes de criação e tipo de cobertura dos galpões.

b- No primeiro lote da época quente foram observados no galpão AMB, na cama com $0,5 \text{ kg MS.ave}^{-1}$, os maiores valores de mortalidade.

c- Em ambas as épocas o galpão ALU apresentou os menores índices de mortalidade e maiores valores de peso vivo e consumo de ração.

d- Os maiores teores de proteína bruta e menores valores de potencial de emissão de amônia foram observados em camas reutilizadas para ambas as épocas. Os galpões ALU e AMB apresentaram durante a época quente, no segundo lote de criação, menores valores de potencial de emissão de amônia e maiores teores de proteína bruta.

e- Quando comparamos os dois lotes de criação, a reutilização das camas de frangos apresentou maiores valores de redução de sólidos voláteis em ambas as épocas.

f- A quantidade de cama adicionada no início dos lotes de criação interferiu na redução de sólidos voláteis, sendo mais evidente durante os primeiros lotes de criação em ambas as épocas. Os substratos que tiveram as camas com menor quantidade de casca de arroz apresentaram maiores reduções.

g- As maiores produções de biogás foram obtidas com camas reutilizadas num segundo lote, para as épocas quente e fria, assim como se observou efeito das quantidades de cama iniciais onde as quantidades de 0,4 kg de matéria seca por ave apresentaram maiores valores.

h- A cobertura dos galpões interferiu nos potenciais de produção de biogás, obtendo-se menores valores com as camas obtidas do galpão AMC e os maiores valores no galpão ALU, em ambos os lotes e épocas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABREU, P. G. *Sistemas de aquecimento em piso, com resistência elétrica, para criação de aves*. Viçosa, 1994. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa.

ALVES, A. A., AZEVEDO, A. R., SOUZA, F. M., CIRÍACO, A. L.T. Materiais alternativos para cama de frangos. I- Desempenho produtivo de frangos de corte. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p.621.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA *Standart methods for the examination of water and wastewater*. 16. ed. Washington, 1985. 619p.

* UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agrônômicas. *Normas para elaboração de dissertações e teses*. Botucatu, 1997. 35p.

ANDERSON, D. P., BEARD, C. W., HANSON, R. The adverse effects of ammonia on chickens including resistance to infection with Newcastle disease virus. *Avian Dis.*, v.8, p.368-79, 1964.

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. *Rev. Bras. Zootecnia*, v. 26, n.1, p.121-30, 1997.

ÁVILA , V. S., OLIVEIRA, U., FIGUEIREDO, E.A .P. Uso de materiais alternativos como cama de aviário. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. *Trabalhos de pesquisa ...* Campinas: FACTA,1993. p.81.

ATTAR , A . J., BRAKE, J. An economic analysis of ammonia and its control in broiler houses. *Poultry Sci.*, v.68, p.167, 1989.

AZAHAN, E. Evaluation of performance and economics of year round production of broilers on the same litter. *Malays. Agric. J.*, v.53, p.265-72, 1982.

BAIÃO, N.C. Efeitos da densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA

- AVICULTURA INDUSTRIAL, 1, 1995, Campinas. *Livro de textos...* Campinas: FACTA, 1995. p.67-75.
- BAMPI, R. Manejo no período de calor. In: *Manejo de frangos de corte*. Campinas: FACTA, 1994. p.91-102.
- BARRA, P.B., BRAGA, A. P., RIBEIRO, H. U., PINHEIRO, M.J.P., SILVA, O. P. Tempo de estocagem e tipo de acondicionamento na composição químico-bromatológica da cama de galinheiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.137.
- BATISTA, L. F. Construção e operação de biodigestores modelo indiano. *Energia: Fontes Alternativas.*, v.3, n.15, p.38-56, 1981.
- BAZIZ, H. A., GERAERT, P. A., GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poult. Sci.*, v.75, p. 505-13, 1996.
- BHATTACHARYA, A .N., TAYLOR, J.C. Recycling animal waste as a feedstuff: a review. *J. Anim. Sci.*, v.41, p.1.438-57, 1975.

BELLAVER; C., FIALHO. E. T., PROTAS, J. F., GRUMANN, A. Cama de aviário em rações para suínos em terminação: desempenho, digestibilidade e economia. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.18, p. 797-804, 1983.

BENÍCIO, L. S. Avicultura: passado, presente, futuro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.62-100.

BERNI, M. D., BAJAY, S. V. Geração de energia e a digestão anaeróbica no tratamento de efluentes: estudo de caso na indústria de papel. In: AGRENER 2000, ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2000, Campinas. *Trabalhos...* Campinas: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2000. (Editado em CDRom).

BOND, T. E., KELLY, C. E., ITTNER, N. R. Radiation studies of painted shad materials. *Agri. Eng.* v.35, p.389-92, 1954.

BRAKE, J.D. Evaluatons of whole chopped kenaf and kenaf core used as a broiler litter material. *Poult. Sci.*, v.72, p. 2079-83, 1993.

BUFFINGTON, D.E., AROCHO, A . C., CANTON, G.H., PITT, G., THATCHER, W.W., COLLIER, R.Y. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cours. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.24, p.711-14, 1981.

CAETANO, L. *Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás*. Botucatu, 1985. 75p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura/Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

CAMPOS, E. J. Programa de alimentação e nutrição para aves de acordo com o clima-reprodutoras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. *Livro de textos...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p.251-7.

CAMPOS, S. S. *Efeitos da energia dietética, densidade populacional, altura de cama e época do ano sobre parâmetros termorreguladores, zootécnicos e da cama em frangos de corte*. Jaboticabal,. 1999, 62p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

CONTE, A. J. *Efeitos da densidade de criação na fase inicial, da transferência de alojamento aos 21 dias de idade e do tipo de cama no desempenho de frangos de corte*. Lavras, 1997. 82p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Lavras.

CONTE, A. J., COTTA, J. T. B. Desempenho de frangos de corte segundo o sistema de criação e o tipo de cama. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.189.

DAGHIR, N. J. *Poultry production in hot climates*. Wallingford: Cabinternation, 1995.

303p.

DIAS, P. G. O., CURVELLU, F. A., MONTEIRO, J. M. L. Efeitos de diferentes tipos de cama sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24, 1987, Brasília. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1987. p.367.

EGAÑA, J. I., HAARDT, E., PIZARRO, F. Caracterizacion quimica y nutricional de camas y deyecciones de aves. *Arch. Med. Vet.*, v.18, n.1, p.15-23, 1986.

ERNST, R. 1995. In: *Poultry production in hot climates*. p. 68-99.

FERREIRA, J.H., BAÊTA, F.C., BAIÃO, N.C., SOARES, P.R., CECOM, P.R.

Posicionamento de ventiladores em galpões para frangos de corte. *Engenharia na Agric.* v.5, n.1, p. 43-62, 1997.

GRAÇAS, A. S., FONSECA, J. B., SOARES, P. R., SILVA, M. de A. Densidade

populacional de frangos de corte em diferentes épocas do ano. *Rev. Soc. Brás. Zootec.*, v.19, p.186-96, 1990.

GOLDFLUS, F. *Viabilidade da criação de frangos de corte sob alta densidade populacional.*

Jaboticabal, 1994. 126p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

GOMES, Y. M. *Sistema para análises estatísticas e genéticas*: SAEG. Viçosa: Universidade

Federal de Viçosa, 1992. 100p.

HALL, G.L., OSBURN, D. D. Feasibility of summer enviromental control for dairy cattle

based on expected production losses. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.12, p.448-51, 1969.

HARDOIN, P. C., LOPES, S. P. Análise comparativa de cinco tipos de materiais de

cobertura em condições de temperatura máxima em Lavras- M.G. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993., Ilhéus. *Anais...Ilhéus*,

Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira, 1993. v.1, p.107-17.

HARDOIM, P. C. Qualidade do ar. Sistemas de ventilação natural e artificial na exploração avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1, 1995, Campinas. *Livro de textos...* Campinas: Fundação Apinco de Tecnologia Avícolas, 1995. p.89-98.

HELLICKSON, M. A., WALKER, J. N. *Ventilation of agricultural structur.* St. Joseph: American Society Agricultural Engineering, 1983. 504p.

HERNANDES, R. *Estudo de frações nitrogenadas glicídicas e de amônia liberada pela cama aviária submetida a diferentes densidades populacionais.* Jaboticabal, 1997. 98p. (Trabalho de Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

HILL, D.T., PRINCE, T.J., HOLMBERG, R.D. Continuously expanding digester performance using a swine waste substrate. *Trans. ASAE.* (Am. Soc. Agric. Eng.). v.28, n p. 216-21, 1985.

JORGE, M. A Cama de frango de corte: como fazer dela sua aliada na prevenção de

enfermidades. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

AVÍCOLAS, 1991, Campinas. *Anais...*Campinas: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícolas, 1991. p.21-8.

JORGE, M.A., MARTINS, N. R. S., RESENDE, J. S. Cama de frango e sanidade avícola. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícolas, 1997. p.24-37.

JOHNSON, R. W., CURTIS, S. E., SHANKS, R. D. Effects on chick performance of ammonia and heat stressors in various combination sequences. *Poult. Sci.*, v.70, p.1132-37, 1991.

KELLY, C.F., BOND, T.E., ITTNER, N.R. Thermal design of livestock shades. *Agric. Eng.*, v.31, p.601-6, 1950.

KELLY, C. F., BOND, T. E., ITTNER, N. R. Design of livestock shades. *Calif. Agric.*, v. 8, n.8, p.3-4, 1954.

KOERKAMP, P. W. G. J. Amônia Production. *Agric. Eng. Res.* v59, p.73-87, 1994.

LANCINI, J. B. Aspectos gerais sobre a intoxicação e contaminação através de cama aviária.

Avicult. Ind., v.76, n.923, p.32-4, 1986 .

LIEN, R. J., CONNER, D. E., BILGILI, S: F. The use of recycled paper chips as liotter

material for rearing broiler chickens. Poult. Sci., v.71, p.81-7, 1992.

LOPES, S.P., HARDOIM, P.C. Definição de zonas higrotérmicas recomendáveis para

criação de frangos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA

AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais...* Sociedade Brasileira de Engenharia

Agrícola/Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. v.1, p.42-8.

LUCAS JUNIOR, J. Produção de biogás a partir de estrumes de ruminantes e monogástricos

com e sem inóculo. In: CONGRSSO BRASILEIRO DE ENGENGARIA AGRÍCOLA,

16., 1987, Jundiaí. *Resumos...* Jundiaí: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola,

1987. p.65.

LUCAS JÚNIOR, J. Avaliação do uso de inóculo no desempenho de biodigestores

abastecidos com estrume de frango de corte com cama de maravalha. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus:

Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993. p.915-30.

LUCAS JÚNIOR, J. *Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbicos*. Jaboticabal, 1994. 113p. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

LUCAS JÚNIOR, J. Uso de cama de frangos com maravalha em biodigestores batelada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25; CONGRESSO LATINOAMERICANO E INGINIERIA AGRÍCOLA, 2., 1996, Bauru. *Resumos...* Bauru: 1996. p.527.

MACARI, M. Conforto ambiental para aves: ponto de vista do fisiologista. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2., Goiânia, Anais... Goiânia: Universidade Federal de Goiânia/AGA, 1996. p.57- 60.

MALONE, G.W. Nutrient enrichment in integrated broiler production systems. *Poult. Sci.*, v.71, p.1117-22, 1992

MELLO, J. F. Utilização de cama de galinheiro e levedura desidratada de cana-de-açúcar na terminação de novilhos em confinamento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. *Anais...Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 1992. p.180.

MILLIGAN, J. L., WINN, P. N. The influence of temperature and humidity on broiler

performance in environmental chambers. *Poult. Sci.*, v.43, p.817-24, 1964.

MIZUBUTI, I. Y., FONSECA, N. A. N., PINHEIRO, J.W. Desempenho de duas linhagens

de frangos de corte, criadas sob diferentes densidades populacionais e diferentes tipos de camas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 23, p.476-84., 1994.

MOUCHREK, E., LINHARES, F., MOULIN, C.H.S. Identificação de materiais de cama para frangos de corte. 1- Capins napier e braquiária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 1987, Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1987. p.368.

MOUCHREK, E., MONTEIRO, P. A., STEHLING, R. Identificação de materiais de cama para frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais. 1- Resultados de época quente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 29, 1992, Lavras. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992a. p.343.

MOUCHREK, E.; MONTEIRO, P. A.; STEHLING, R. Identificação de materiais de cama para frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais. 2- Resultados da época fria. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 29, 1992, Lavras. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992b. p.344.

MOURA, D. J., GHELFI, H.; SILVA, I. J. O. Avaliação dos diferentes materiais de cobertura através dos índices de conforto térmico durante as estações do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. p. 30-9.

MÜLLER, P.B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158p.

NÃÃS, I.A. O equilíbrio térmico nas aves: aspectos físicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1, 1995, São Paulo. *Livro de textos....* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p.19-23.

NÃÃS, I. A. *Princípios de conforto térmico na produção animal*. São Paulo: Ícone, 1989. 183p.

NÃÃS, I. A . Baixo rendimento dos lotes e alta mortalidade. *Inf. Avic.*, s.n., p.3-4, 1998.

NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Cama de galinheiro em rações para bovinos nelores em confinamento. *Bol. Ind. Animal*, v.40, n.1, p.21-4, 1983.

OLIVEIRA, J. E., SAKOMURA, N. K., FIGUEIREDO, A. N., LUCAS JUNIOR, J., SANTOS, T. M. B., MORAES, V. M. B., MALHEIROS, E. B. Efeito do isolamento térmico de telhado e da densidade das aves sobre características da cama de aviário. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. *Trabalhos de pesquisa...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p.77.

OLIVEIRA, M. D. S., VIEIRA, P. F.; SAMPAIO, A. A. M. Efeito do tempo de estocagem sobre a composição bromatológica da cama de frango. *Rev. Bras. Zootec.*, v.17, p.115-19, 1988.

OLIVEIRA NETO, A. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., ROSTAGNO, H. S., FERREIRA, R. A., MAXIMIANO, H. C., GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.29, p.183-90, 2000.

ORTOLANI, A. F. Bateria de mini-biodigestores: estudo, projeto, construção e desempenho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., 1986, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. p.229-39.

ORTOLANI, A . F., BENINCASA, M., LUCAS JUNIOR., J. *Biodigestores rurais modelos indiano, chinês e batelada*. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas 1991. 35p.

PAGANINI, F. J. Cama de frangos: aspectos microbiológicos na reutilização da cama de frangos de corte. *Avic. Ind.*, n.1074, p.76-97, 2000. (Anuário: Informe técnico).

PASTORI, A .M. Valor nutritivo de rações contendo cana-de-açúcar, cama de galinheiro e milho. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.21, p.211-14, 1986.

PEIXOTO, P. P. P., ROSA, Y. B. C. J., XIMENES, J.S. Irradiância solar global e duração de brilho solar para as condições de Dourados-MS. *Rev. Cient. - Ciênc. Agrar. Terra* v.3, n.1, p.13-8, 1996.

PINHEIRO, M. R. *Manejo de frangos*. Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. 174p

ROSA, Y. B. C. J. *Efeito de materiais de cobertura e de alturas de cama, nos índices de conforto ambiental e no desempenho de frangos de corte, para Dourados – MS*. Botucatu, 2001.. 148 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura/Agronomia)) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

REECE, F. N., LOTT, B. D., DEATON, J. W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.59, p.486-88, 1980.

RISSER, P. *Resíduos agrícolas e florestais: a biomassa como fonte de energia*. Moscou: Mir, 1985. p. 25-45.

SAMPAIO, A .A .M., EZEQUIEL, J. M. B., CAMPOS, F. P., OLIVEIRA, M. D. C., TOSI, H. Utilização de cama de frangos e da soja grão na alimentação de bovinos confinados. *Ver. Soc. Bras. Zootec.*, v.24, p.253-60, 1995

SANTOS FILHO, J. I., TALAMINI, D. J. D. e CHIUCHETTA, O. Panorama avícola. *Anu. 2000 Avic. Ind.*, n. 1074, p.38-48, 2000.

SANTOS, T. M. B. *Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois lotes de criação de frangos de corte*. Jaboticabal, 1997. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, T. M. B., LUCAS JR. J., AMARAL, L. A., ARIKI, J. Produção, caracterização microbiológica e potencial de biogás de três tipos de camas de frangos obtidos em dois Lotes de criação. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

AVÍCOLAS. *Trabalhos de pesquisa avícola...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1997. p.42.

SANTOS, E: C., COTTA, J. T. B., TEIXEIRA, A . S., MUNIZ, J. A ., FONSECA, R. A .de, TORRES, D. M., ALVES, E. L. Propriedades de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho dos frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS , 1999, Campinas.... 1999. p.13.

SANTOS, T. M. B. *Balanço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte* .Jaboticabal, 2001. 167p. Tese (Doutorado em Zootecnia- Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

STREHLER, A., SÜTZLE, W. Biomass residues. In: HALL D.O. (Ed.). *Biomass: regenerable energy*. Chichester: John Wiley, 1987. 180p.

SILVA, D. J. *Análises de alimentos e métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 166p.

TARGA, L. A. Ventilação natural em instalações para animais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais...* Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/ Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. v.1, p. 98-106.

TEETER, R. G. *Estresse calórico em frangos de corte*. In: CONFERÊNCIA DE CENCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1990, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícolas, 1990. p. 33-34.

TEETER, R. G., BELAY, T., CASON, J. J. : *Poultry Digest*, jun., p.26-31 1996.

TINÔCO, I. F. F. *Ambiência e instalações para avicultura industrial*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3, 1998, Poços de Caldas. *Livro texto*. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.1-86.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA *Manual de utilização do programa SAEG: sistema para análises estatísticas e genéticas*. Viçosa, 1992. 50p.

WEAVER, JUNIOR., 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. *Poult. Sci.*, v.70, p.746-55, 1991.

WYATT, C. L., GOODMAN, T. N. The utilization of recycled sheetrock (refined gypsum) as a litter material for broiler houses. *Poult. Sci.*, v.71, p. 1572-76, 1992.

ZEIKUS, JG. Chemical and fuel production by anaerobic bacteria. *Annu.l Rev. Microbiol.*, v.34, p.423-64, 1980.

APÊNDICE

Quadro 1A Valores semanais da temperatura máxima (Tmax), da temperatura mínima (Tmin), da temperatura média (Tm), da umidade relativa (UR) do ar e da precipitação pluviométrica (Pp) registradas durante o período experimental

Época	Ciclo	Semana	Tmax ¹ (°C)	Tmin ¹ (°C)	Tm ¹ (°C)	UR ¹ (%)	Pp ² (mm)
Quente	1	1 ^a	31,5	18,9	24,3	83,7	39,7
		2 ^a	30,1	18,6	23,5	80,0	2,90
		3 ^a	32,7	19,6	25,6	79,7	7,80
		4 ^a	33,8	21,2	26,1	83,1	23,1
		5 ^a	32,1	20,8	25,2	85,6	65,7
		6 ^a	31,8	20,3	25,4	84,6	18,6
		Média Total	32,0	19,9	25,0	82,8	157,8
	2	1 ^a	31,5	21,0	24,9	90,6	14,8
		2 ^a	32,7	21,3	26,1	86,5	25,0
		3 ^a	32,1	21,6	25,8	87,0	48,1
		4 ^a	30,7	21,0	24,6	89,4	158,1
		5 ^a	30,7	21,5	25,0	89,2	54,0
		6 ^a	33,1	21,9	26,0	88,5	37,4
		Média Total	31,8	21,4	25,4	88,5	337,4
Fria	1	1 ^a	23,2	9,1	15,3	77,1	0
		2 ^a	24,8	14,0	18,6	80,5	9,4
		3 ^a	21,7	8,6	14,2	68,5	0
		4 ^a	22,2	11,8	16,3	87,9	20,1
		5 ^a	21,0	14,5	16,9	92,5	64,4
		6 ^a	24,7	13,4	18,6	79,6	11,8
		Média Total	22,9	11,9	16,7	81	105,7
	2	1 ^a	24,0	9,8	15,9	72,1	0
		2 ^a	28,5	12,2	19,4	61,3	0
		3 ^a	32,8	16,7	23,8	65,8	0
		4 ^a	35,3	18,1	25,2	65,5	0
		5 ^a	29,6	16,7	20,4	77,9	80,1
		6 ^a	30,4	13,7	20,6	73,4	2,6
		Média Total	30,1	14,5	20,9	69,3	82,7

Fonte: EMBRAPA-CPAO (1999) e EMBRAPA-CPAO (2000).

¹ referem-se a valores médios semanais ou do ciclo de criação

² referem-se a valores totais semanais ou do ciclo de criação

Quadro 2A Composição centesimal das rações utilizadas durante 42 dias de criação

Ingredientes	RCA1 (%) (1 -21 dias)	RCA2 (%) (22 - 27 dias)	RAC3 (%) (28 – 35 dias)	RCA4 (%) (36- 42 dias)
Umidade	12	12	12	12
Prot. Bruta	20 a 22	18 a 20	18 a 20	18 a 20
Extr.etéreo	7 a 10	8 a 12	8 a 12	8 a 12
Fibras	0 a 14	0 a 4	0 a 4	0 a 4
Cinzas	4,5 a 5,5	4,5 a 5,5	4,5 a 5,5	4,5 a 5,5
Cálcio	0,8 a 1,2	0,8 a 1,2	0,8 a 1,2	0,8 a 1,2
Fósforo	0,6 a 0,9	0,6 a 0,9	0,6 a 0,9	0,6 a 0,9
Sódio	0,18 a 0,28	0,16 a 0,24	0,16 a 0,24	0,16 a 0,24
Energia (kcal)	3100	3180	3200	3200