

52

Circular Técnica

Concórdia, SC
Dezembro, 2008

Autores

**Valéria Maria Nascimento
Abreu**

Zootecnista, D.Sc., em
Produção e Manejo de
Aves, pesquisadora da
Embrapa Suínos e Aves,
Concórdia, SC,
valeria@cnpsa.embrapa.br

Paulo Giovanni de Abreu

Arlei Coldebella

Doralice Pedroso de Paiva

**Fátima Regina Ferreira
Jaenisch**

Virgínia Santiago Silva

Martha Mayumi Higarashi

Pesquisadores da Embrapa
Suínos e Aves

Daiane Voss Rech

Analista da Embrapa
Suínos e Aves

Avaliação de sistemas de ventilação (fixo e oscilante) e materiais de cama (casca de arroz e palhada de soja) na produção de frangos de corte

Introdução

Essa publicação tem como finalidade apresentar os resultados gerados no projeto, com o intuito de reunir todas as informações de maneira clara e de fácil consulta aos interessados. Ela será dividida em tópicos de forma a organizar essas informações em áreas de interesse.

Os resultados apresentados referem-se a: desempenho produtivo, mortalidade, lesões no coxim plantar, condições térmicas ambientais nos aviários, mapeamento da temperatura da cama, população de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) e de parasitos intestinais, reutilização e composição química da cama e carga de enterobactérias nas camas reutilizadas em quatro lotes consecutivos.



Fotos: Paulo G. de Abreu

Fig. 1. Ventilador oscilante.

Revisão e objetivos

A cadeia produtiva de aves de corte assegura ao país destaque no cenário mundial e aguarda informações, produtos e serviços corretivos visando a melhoria da qualidade, produtividade e redução dos custos de produção. Alia-se a isso, o fato de que uma das exigências para exportação de aves é que as mesmas sejam criadas dentro de determinadas condições de bem-estar.

A produtividade ideal corresponde à maximização da parcela de energia para o crescimento de forma a manter o animal vivo dentro de sua temperatura efetiva, ou seja, àquela que realmente está incidindo na ave, sem nenhum desperdício de energia, seja para compensar o frio ou o calor. São diversas as formas para atingir as temperaturas de conforto dentro de um aviário, sendo que uma delas é a ventilação.

Normalmente as condições naturais de ventilação não se encontram dentro das exigências requeridas pelas aves, necessitando de adequação dos sistemas de ventilação para proporcionar conforto térmico ambiental. A ventilação artificial é utilizada sempre que as condições naturais de ventilação não proporcionam adequada movimentação do ar ou abaixamento de temperatura. Ela é realizada por equipamentos especiais como exaustores e ventiladores.

Controlando-se convenientemente a entrada de calor no aviário, bem como facilitando a saída do calor produzido, a ventilação passa a ser uma complementação dos requisitos de conforto. A quantidade de ar, que o sistema de ventilação deve introduzir ou retirar da instalação, depende das condições meteorológicas e internas da instalação e da idade das aves (Abreu & Abreu, 2000). Em condições de calor, onde são verificadas altas temperaturas, a movimentação do ar é um fator indispensável para a melhoria das condições ambientais, principalmente de duas maneiras: ao aumentar a velocidade do ar, para temperaturas ambientais abaixo da corporal, aumenta-se a dissipação de calor por convecção e, para qualquer temperatura ambiente é favorecido a dissipação de calor na forma evaporativa; e promove-se a renovação do ar ao redor dos animais, substituindo àquele existente por outro mais frio e menos úmido,

o que favorece a dissipação de calor do animal para o ambiente e possibilita sua circulação com maior índice de oxigênio e menores índices de gás carbônico e amônia (Baêta et al., 2001). A ventilação permite alterações e controle da pureza do ar, eliminando amônia, CO₂ e outros gases nocivos, excesso de umidade e odores, possibilitando também, dentro de certos limites, controlar a temperatura e a umidade do ar nos aviários. Entretanto, os sistemas de ventilação normalmente utilizados produzem uma distribuição de ar deficiente dentro das instalações, levando a estratificação ao longo dos aviários em relação à mortalidade e desempenho de aves. Atualmente, os ventiladores são fixos e as modificações nos mesmos, como os oscilantes, ainda não foram testadas, o que caracteriza a falta de dados, portanto, na literatura.

Por outro lado, nesse processo de criação de aves, a cama nunca foi objeto de grandes estudos ou assunto prioritário para as empresas produtoras. No entanto, com a crescente escassez de materiais de boa qualidade, maior atenção começa a ser dada ao correto manejo de cama, sua reutilização e a busca de novos materiais.

A avicultura apresenta a tendência de utilizar materiais alternativos para cama. Como materiais alternativos são considerados todos os materiais à exceção da maravalha. Essa tendência vem aumentando devido às possíveis restrições ao número de reutilizações da cama e disponibilidade da maravalha, concomitante ao aumento da produção avícola nacional. Nesse contexto, é promissora a utilização de resíduos da produção agrícola como material para cama de aviário. Embora inúmeros trabalhos tenham demonstrado que a utilização dos materiais alternativos não interfere na produtividade zootécnica dos lotes, parece consenso que os mesmos são de manejo mais complexo e que podem resultar em aumento na incidência de lesões. Segundo Elfadil et al. (1996), camas grosseiras são importantes causadoras de celulites em frangos. Há que se considerar também a relação entre cama emplastrada e lesões no coxim plantar, comumente conhecida como calo de pé ou calo de patas, determinando condenações no abatedouro e conseqüente prejuízo econômico importante.

A cama de aviário é um nicho favorável à multiplicação de diversos microrganismos, destacando-se as enterobactérias originárias da excreta dos frangos, incluindo patógenos aviários e zoonóticos, o que justifica a preocupação sanitária com seu uso e destino final. Considerando-se que materiais alternativos de cama e fatores físicos podem influenciar a manutenção e multiplicação destes agentes, esse tipo de estudo é fundamental quando se pretende introduzir essa prática na avicultura. Também, a cama utilizada nos aviários, visando o conforto das aves, torna-se um ambiente propício à criação dos besouros, por fornecer abrigo e alimento (fezes, sobras de ração e carcaças) e à manutenção de parasitos e outros agentes patogênicos, pelos seus níveis de matéria orgânica. Diversos tipos de materiais já foram testados para uso como substrato de cama visando avaliar o seu efeito sobre o desempenho das aves (Angelo et al., 1997; Ávila et al., 2008; Benabdeljelil & Ayachi, 1996; Brake et al., 1993; César, 1983; Hester et al., 1987; Mizubuti et al., 1994; Mouchrek et al., 1992; Santos et al., 2000; Willis et al., 1997; Wyatt & Goodman, 1992, Oliveira & Carvalho, 2002), ou, avaliar os níveis dos principais elementos químicos de interesse na agricultura (Andrews & McPherson, 1963).

Os insetos adultos de *Alphitobius diaperinus* ou cascudinhos são considerados como um dos problemas da produção intensiva de frangos de corte e de perus. Multiplicando-se na cama, os besouros tornam-se vetores potenciais de patógenos e parasitos, tanto dentro da criação, quanto para as propriedades vizinhas. Esses insetos têm sido associados a diversos agentes patogênicos, havendo registros de veiculação de coccídias, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, leucose aviária, além de parasitos internos como tênias e helmintos (Arends, 1987; Arends, 1991). As infecções humanas por *Campylobacter jejuni* estão muitas vezes associadas ao consumo de frangos e derivados, tornando este agente um dos principais alvos do controle microbiológico na avicultura, devido a sua implicação em saúde pública. Na cama, os artrópodes como cascudinhos (*Alphitobius diaperinus*) e moscas (*Diptera*) atuam como reservatórios desse agente, sendo estes uma fonte de infecção para as aves devido ao seu hábito natural de ingerirem insetos, bem como fonte de contaminação para cama entre lotes, seja nova ou reutilizada (Bates et al., 2004).

Alguns métodos têm sido utilizados no combate aos cascudinhos, tais como: o controle com o uso de inseticidas no período entre lotes (Matias, 1992; Salin et al., 2003); a eliminação pela remoção da própria cama (Surgeoner & Romel, 2000); medidas mecânicas como o resfriamento do interior dos aviários no período entre lotes (Arends, 1987) e controle biológico, (Napolitano, 1998) com o *Myrmeleon mobilis* (*Neuroptera: Myrmelontidae*) e Elzbieta et al. (2001) com o *Bacillus thuringiensis*.

Na pesquisa da evolução populacional de *Alphitobius diaperinus* em cama de frango, a amostragem deve levar em consideração os sub-habitats existentes dentro do aviário, devendo as armadilhas serem colocadas constantemente nos mesmos locais (Safrit & Axtel, 1984), de preferência no centro do aviário, onde a cama está mais livre, evitando-se a proximidade com os comedouros, bebedouros e paredes (Townsend, 2007).

Na criação intensiva de frangos de corte sobre cama, o contato constante com as fezes pode representar um risco de infecção por parasitos. As coccidioses causadas por *Eimeria spp.* permanecem como os mais importantes nesse tipo de criação, enquanto nas criações ao ar livre, as helmintoses também estão reaparecendo (Permin et al. 1999). Embora a contagem de oocistos seja questionada quanto à sua validade na avaliação da atividade de um anticoccidiano (Reid, 1975), porém a evolução da população de oocistos pode definir a necessidade de troca da cama e a avaliação dessa população, pode auxiliar nessa tomada de decisão.

Com a proibição do uso de camas de frango na alimentação de ruminantes desde 2001 (Brasil, 2001), praticamente 100% desse material vem sendo empregado em solos como fonte de nutrientes para diversas culturas. Entretanto, recentemente o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento estabeleceu as definições, normas e padrões para a produção de fertilizantes orgânicos (Brasil, 2005), em virtude do grande crescimento do mercado de alimentos orgânicos. Assim, para que um composto resultante do processamento de resíduos agropecuários possa ser considerado um fertilizante orgânico de valor comercial, este deverá atender às especificações legais estabelecidas.

Diante do exposto, este trabalho apresenta os resultados de experimento que teve como objetivos:

- Avaliar o desempenho, a mortalidade e incidência de lesões no coxim plantar em frangos de corte criados em dois sistemas de ventilação (fixo e oscilante) e dois materiais de cama (palhada de soja e casca de arroz);
- Avaliar as condições térmicas ambientais em aviários com dois sistemas de ventilação (fixo e oscilante) e dois materiais de cama (palhada de soja e casca de arroz);
- Avaliar a carga de enterobactérias nas camas (palhada de soja e casca de arroz);
- Avaliar a qualidade das camas de resíduos agrícolas (palhada de soja e casca de arroz) e o efeito da sua reutilização sobre a população de cascudinhos e parasitos intestinais;
- Determinar a composição de dois materiais de cama (casca de arroz e palhada de soja) após a passagem de quatro lotes e verificar a possibilidade de enquadramento destes como fertilizantes orgânicos simples, agregando maior valor a este resíduo da produção.

Metodologia

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Suruvi, da Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia/SC, em quatro aviários de 12 m x 10 m

para frangos de corte, divididos internamente em quatro boxes/aviário (total de 16 boxes), com 200 aves/boxe, num total de 3.200 aves/lotte, sendo acompanhados quatro lotes. Cada lote de 42 dias de idade com intervalos entre lotes de 15 dias (vazio sanitário).

Os tratamentos testados foram dois sistemas de ventilação (fixo e oscilante) com abrangência de 10 m de distância (Fig. 2) e dois tipos de material de cama (palhada de soja e casca de arroz). A casca de arroz e o sistema de ventilação com ventilador fixo foram considerados padrão por serem comumente utilizados na avicultura de corte. Os ventiladores foram acionados por termostato quando a temperatura ambiente atingia 25°C e foram adaptados com potenciômetro e regulador de velocidade para o tamanho do aviário. Esses tratamentos foram distribuídos da seguinte maneira (Fig. 3): Aviário 1 – sistema de ventilação Fixo, boxes 2 e 3 com palhada de soja (C1); boxes 1 e 4 com casca de arroz (C2); Aviário 2 – Sistema de ventilação Oscilante, boxes 2 e 3 com palhada de soja (C1); boxes 1 e 4 com casca de arroz (C2); Aviário 3 - Sistema de ventilação Oscilante, boxes 1 e 4 com palhada de soja (C1); boxes 2 e 3 com casca de arroz (C2); Aviário 4 – sistema de ventilação Fixo, boxes 1 e 4 com palhada de soja (C1); boxes 2 e 3 com casca de arroz (C2).

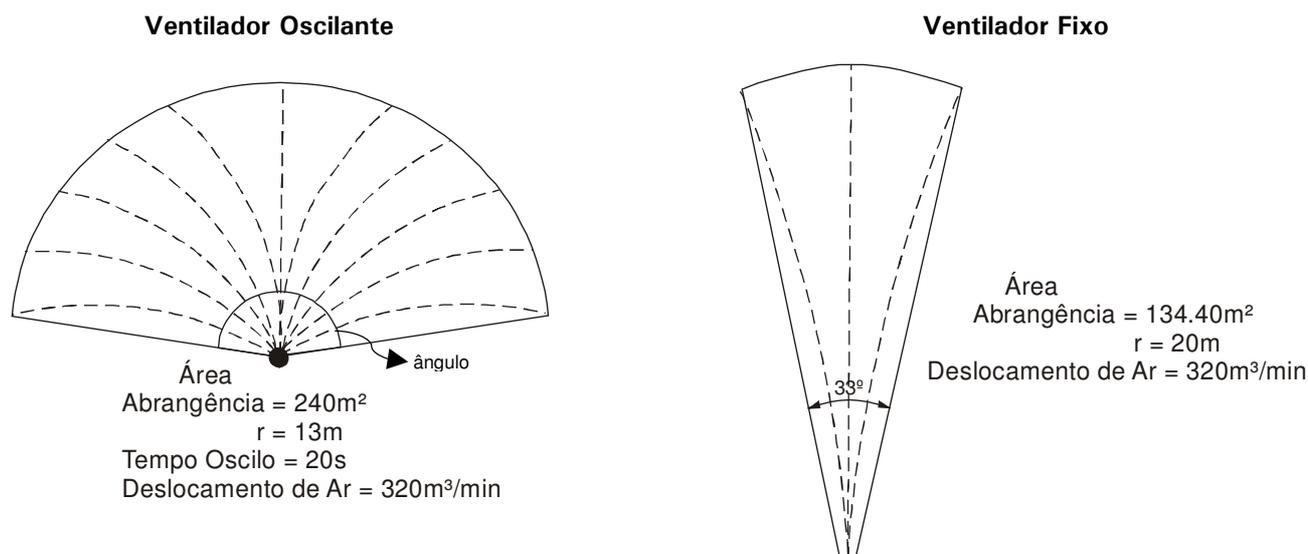


Fig. 2. Características dos ventiladores utilizados.

Unidade experimental em ambiência – Campo experimental de Suruvi

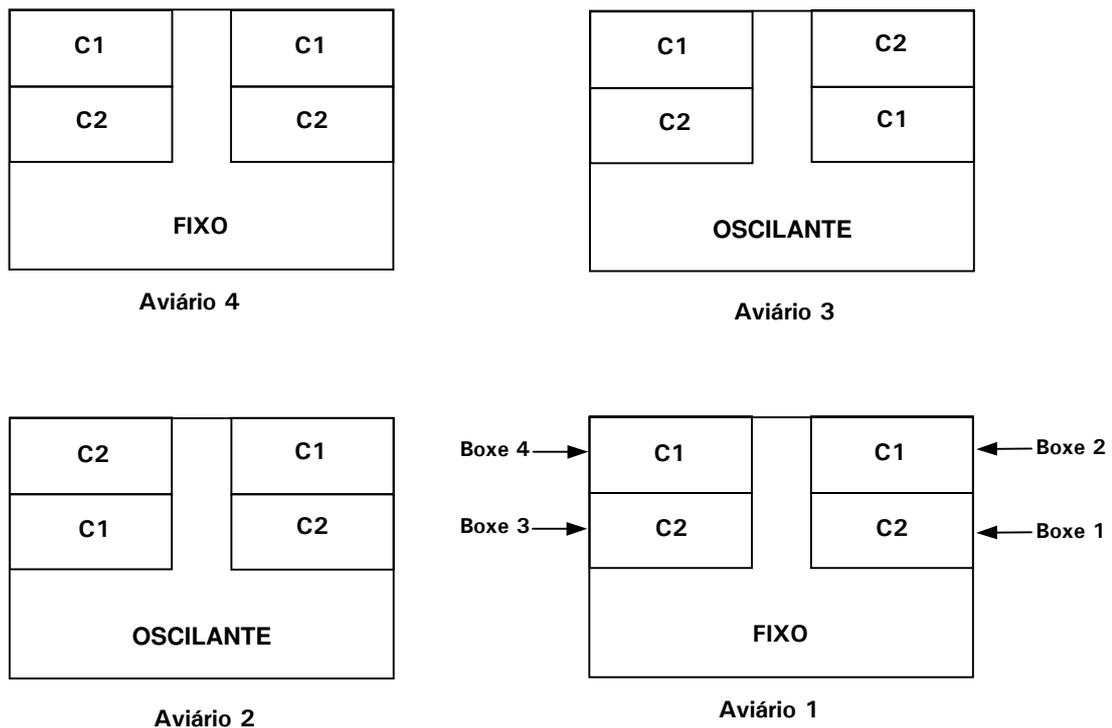


Fig. 3. Distribuição dos ventiladores (fixo e oscilante) e das camas (C1 – palhada de soja e C2 – casca de arroz), na Unidade Experimental em Ambiência.

As aves e a ração foram pesadas semanalmente e as variáveis estudadas foram: peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, aos 21, 35 e 42 dias de idade das aves. Os dados de desempenho das aves foram analisados utilizando-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas, considerando os efeitos de lote, ventilador, cama, idade das aves e a interação dessas variáveis até a terceira ordem e 16 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do SAS Institute Inc. (2003), conforme Xavier (2000). A estrutura de variância e covariância usada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação usado foi o de máxima verossimilhança restrita.

A mortalidade foi anotada diariamente e classificada em Ascite (AS), Morte Súbita (MS) e Outras Causas (OC). Para as análises também foi utilizada a mortalidade total. A avaliação de lesão, por exame macroscópico de peito e coxim plantar, foi realizada em todas as aves na pesagem final, utilizando um escore ausência e ocorrência de lesões. A análise dos dados de mortalidade e da presença de lesão no coxim plantar, por se tratarem de variáveis com

distribuição binomial, foi realizada através da regressão logística, por meio do procedimento LOGISTIC do SAS Institute Inc. (2003) considerando os efeitos de lote, cama, ventilação e as interações entre essas variáveis. A superdispersão dos dados de presença de lesão no coxim plantar foi ajustada usando o parâmetro de dispersão estimado pela estatística χ^2 de Pearson dividida pelos graus de liberdade.

Para as variáveis de ambiência foram coletadas, no centro de cada boxe e no ambiente externo, a temperatura de bulbo seco e úmido, a temperatura de globo negro e a velocidade do ar. Os dados foram coletados de três em três horas, das 8h às 18h, na quarta, quinta e sexta semana de vida das aves. Com base nos dados coletados em cada horário foi determinado o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR). Também foram efetuadas leituras da temperatura da cama por meio de termômetro infravermelho Raytec® em cinco pontos de cada boxe (dois pontos perto da mureta lateral do boxe, dois pontos perto do corredor e um ponto no centro geométrico do boxe). Esses dados foram coletados em intervalos de três em três horas, das 8h às 18h, na sexta semana de

vida das aves. Com base nos dados médios de cada ponto, foram confeccionados mapas com as isotermas da temperatura da cama utilizando o método de Kriging do software SURFER. Na análise dos dados de ambiente térmico interno foram avaliados os efeitos de lote, ventilação, cama, semana, hora e as interações dos quatro últimos fatores sobre as variáveis avaliadas, utilizando-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas e 19 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do SAS Institute Inc. (2003), conforme Xavier (2000). A estrutura de variâncias e covariâncias usada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação usado foi o de máxima verossimilhança restrita. O desdobramento do efeito de hora foi realizado através da análise de polinômios ortogonais, até o polinômio de terceiro grau. Para o ambiente externo, calculou-se a média das variáveis em função da hora e da semana, com o intuito de comparar as curvas das variáveis do ambiente térmico interno com aquelas do ambiente externo.

A cama, inicialmente com 10 cm de altura, foi reutilizada por quatro lotes para avaliação da qualidade: compactação, umidade e qualidade agrônômica. Avaliou-se, também, a evolução da população de cascudinhos, o número de oocistos de *Eimeria* e a população de bactérias na cama. Para avaliação da população de cascudinhos foram utilizadas três armadilhas por boxe, confeccionadas com tubos de PVC de 20 x 5 cm preenchidos com papelão corrugado, de 20 x 50 cm, enrolado (total 48 armadilhas) (Safrit & Axtell, 1984). Estas foram instaladas em três pontos do boxe, na linha central, entre os comedouros, diretamente sobre o piso, cobrindo-as com a cama. As armadilhas permaneceram instaladas por sete dias e ao serem retiradas, na saída do lote, eram acondicionadas em sacos de plástico grosso de um litro de capacidade e fechados com arame fino plastificado, para transporte ao laboratório. Os adultos e larvas de *Alphitobius diaperinus* foram identificados e contados, registrando-se o número total dos representantes por gênero. Foram coletadas amostras de cama para contagem de ovos/oocistos de endoparasitos por grama de cama (o.p.g.), além de amostra para análise físico-química.

No laboratório, após homogeneização, foram separadas alíquotas de 50 g para contagem de endoparasitos e o restante enviado ao Laboratório de análise físico-químicas, onde, utilizando-se metodologia oficial (Association of Official Analytical Chemists, 1984), foram realizadas as análises dos seguintes parâmetros: pH, carbono orgânico (CO), umidade, fósforo total (P), nitrogênio total (N), potássio (K), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Foram realizadas duas coletas por lote: uma no dia do alojamento e outra na saída do lote. Para tanto, em cada um dos 16 boxes foram coletadas 15 sub-amostras de cama de cerca de 50g (50 x 15 = 750g), superficial e sub-superficial. Para a análise, os dados de contagem de cascudinhos foram transformados em $\log(y + 1)$. Usou-se a análise de variância para o modelo considerando os efeitos de tipo de substrato, ventilação, lote e as interações entre esses fatores, com o procedimento GLM do SAS Institute Inc. (2003). Os dados de contagem de ovos/oocistos de parasitos serviram para caracterizar a presença ou ausência destes nos boxes, sendo essa presença avaliada por meio de regressão logística considerando os efeitos substrato, ventilação e lote, usando o procedimento Logistic do SAS Institute Inc. (2003). Os dados de qualidade de cama foram analisados através de análise de modelos mistos para medidas repetidas, considerando os efeitos de cama, ventilação e a interação entre cama e ventilação (na parcela), de coleta e interações pertinentes (na subparcela) e de período (na sub-subparcela), e 3 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do SAS (2003), conforme Xavier (2000), sendo que a estrutura a ser usada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação usado foi o de máxima verossimilhança restrita.

Amostras das camas, também, foram colhidas no dia do alojamento (dia 0) e no dia da saída das aves (dia 42) de cada lote, para exames quantitativos de enterobactérias. Amostras de 10 g de cama foram diluídas 1:10 em PBS (*Phosphate Buffer Saline*) e submetidas a diluições seriadas até 10^{-7} . Alíquotas de 100 μ L das diluições de 10^{-3} a 10^{-7} foram semeadas em ágar Mac Conkey e incubadas a 37°C por 48 h, para contagem de UFCs (unidades formadoras de colônias) nas placas contendo entre 30 e 300 UFCs. Na análise dos dados de contagem de UFC foram avaliados os efeitos de lote,

ventilação, cama, dia e as interações dos quatro fatores, utilizando-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas e nove tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do SAS Institute Inc. (2003).

Resultados

Desempenho, mortalidade e lesões no coxim plantar

Os resultados das análises estatísticas mostraram que os efeitos principais de lote, cama e idade foram significativos ($p < 0,05$) para todas as variáveis, enquanto o efeito da ventilação não foi significativo em nenhum dos casos. Duas interações importantes foram significativas para praticamente todos os casos, ou seja, as interações entre cama x idade e entre lote x ventilação x idade.

O desdobramento da interação entre cama x idade mostrou que a cama de casca de arroz apresentou resultados melhores que a palhada de soja para as variáveis estudadas, em todas as idades (Tabela 1).

Resultados esses contrários aos encontrados por Avila et al. (2007) e Mendes et al. (1987), em estudos envolvendo diferentes materiais utilizados como cama para frangos, onde não foram apontadas diferenças para o peso corporal e consumo de ração.

Já a avaliação do desdobramento da interação tripla entre lote x ventilação x idade mostrou que não houve efeito consistente do sistema de ventilação sobre as variáveis de desempenho, pois na maioria dos casos quando houve efeito do sistema de ventilação, algumas vezes foi favorável à ventilação oscilante, outras vezes favorável ao sistema de ventilação fixo (Tabela 2).

É sabido que a habilidade da ave em dissipar calor é reduzida quando a temperatura e a umidade relativa do ar ultrapassam os limites da faixa de conforto ambiental; que esses fatores afetam diretamente a produtividade; que dependendo da magnitude e da duração do estresse térmico por calor sofrido pelas aves podem ocorrer desde pequenos decréscimos no ganho de peso até a morte (Mitchell, 1987).

Tabela 1. Médias e erros padrões de consumo de ração, conversão alimentar, ganho de peso e peso corporal, em função do tipo de cama e da idade das aves.

Tipo de Cama	Idade das aves (dias)		
	21	35	42
Consumo de Ração (g)			
Casca de arroz	1196 ± 3,90 ^a	3373 ± 8,88 ^a	4764 ± 13,15 ^a
Palhada de soja	1179 ± 3,90 ^b	3310 ± 8,88 ^b	4692 ± 13,15 ^b
Conversão Alimentar			
Casca de arroz	1,278 ± 0,004 ^a	1,529 ± 0,003 ^a	1,666 ± 0,004 ^a
Palhada de soja	1,306 ± 0,004 ^b	1,543 ± 0,003 ^b	1,683 ± 0,004 ^b
Ganho de Peso (g)			
Casca de arroz	894 ± 3,75 ^a	2164 ± 6,05 ^a	2819 ± 9,44 ^a
Palhada de soja	861 ± 3,75 ^b	2104 ± 6,05 ^b	2749 ± 9,44 ^b
Peso Corporal (g)			
Casca de arroz	937 ± 3,76 ^a	2207 ± 6,05 ^a	2862 ± 9,45 ^a
Palhada de soja	903 ± 3,76 ^b	2146 ± 6,05 ^b	2791 ± 9,45 ^b

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste F ($p < 0,01$).

Tabela 2. Médias e erros-padrão de consumo de ração, conversão alimentar, ganho de peso e peso corporal, em função do sistema de ventilação, do lote e da idade das aves.

Lote	Idade/Ventilação					
	21 dias		35 dias		42 dias	
	Fixo	Oscilante	Fixo	Oscilante	Fixo	Oscilante
Consumo de Ração (g)						
1	1192 ± 7,81	1188 ± 7,81	3175 ± 17,76	3187 ± 17,76	4613 ± 26,29	4616 ± 26,29
2	1178 ± 7,81	1184 ± 7,81	3335 ± 17,76	3324 ± 17,76	4717 ± 26,29	4705 ± 26,29
3	1175 ± 7,81	1189 ± 7,81	3443 ± 17,76	3453 ± 17,76	4843 ± 26,29	4831 ± 26,29
4	1207 ± 7,81	1189 ± 7,81	3428 ± 17,76	3387 ± 17,76	4766 ± 26,29	4734 ± 26,29
Conversão Alimentar						
1	1,333 ± 0,008	1,321 ± 0,008	1,461 ± 0,007	1,461 ± 0,007	1,603 ± 0,007	1,600 ± 0,007
2	1,318 ± 0,008	1,328 ± 0,008	1,572 ± 0,007 ^a	1,610 ± 0,007 ^b	1,704 ± 0,007	1,724 ± 0,007
3	1,268 ± 0,008	1,267 ± 0,008	1,527 ± 0,007 ^b	1,507 ± 0,007 ^a	1,661 ± 0,007 ^b	1,639 ± 0,007 ^a
4	1,267 ± 0,008 ^b	1,234 ± 0,008 ^a	1,581 ± 0,007	1,570 ± 0,007	1,726 ± 0,007	1,737 ± 0,007
Ganho de Peso (g)						
1	852 ± 7,51	856 ± 7,51	2131 ± 12,11	2138 ± 12,11	2836 ± 18,89	2842 ± 18,89
2	854 ± 7,51	851 ± 7,51	2080 ± 12,11 ^a	2024 ± 12,11 ^b	2728 ± 18,89	2690 ± 18,89
3	884 ± 7,51	896 ± 7,51	2211 ± 12,11 ^b	2248 ± 12,11 ^a	2873 ± 18,89	2904 ± 18,89
4	909 ± 7,51	918 ± 7,51	2124 ± 12,11	2112 ± 12,11	2716 ± 18,89	2681 ± 18,89
Peso Corporal (g)						
1	895 ± 7,51	899 ± 7,51	2174 ± 12,11	2181 ± 12,11	2879 ± 18,90	2885 ± 18,90
2	894 ± 7,51	891 ± 7,51	2121 ± 12,11 ^a	2065 ± 12,11 ^b	2768 ± 18,90	2730 ± 18,90
3	927 ± 7,51	939 ± 7,51	2254 ± 12,11 ^b	2291 ± 12,11 ^a	2916 ± 18,90	2947 ± 18,90
4	954 ± 7,51	963 ± 7,51	2169 ± 12,11	2158 ± 12,11	2761 ± 18,90	2726 ± 18,90

Médias seguidas por letras distintas nas linhas, dentro de cada idade, diferem significativamente pelo teste F ($p < 0,05$).

Portanto, os resultados de peso corporal aos 42 dias, idade mais crítica em relação ao estresse por calor, não deixaram dúvidas de que os dois sistemas de ventilação, tanto fixo como oscilante, foram semelhantes, uma vez que diferenças estatísticas não foram encontradas nos valores desses resultados em nenhum dos lotes estudados. Os valores de conversão alimentar também reforçam a hipótese de semelhança entre os dois sistemas de ventilação, uma vez que apenas no terceiro lote ocorreu diferença entre os mesmos, sendo essa diferença favorável à ventilação oscilante.

A análise da presença de lesão no coxim plantar demonstrou existir efeito significativo da interação entre lote x cama e dos efeitos principais de cama e de lote. Apesar da existência da interação, a cama de palhada de soja apresentou altas porcentagens de presença de lesão no coxim plantar, quando comparada com a casca de arroz, em todos os lotes (Fig. 4). Os resultados apresentados mostraram que a cama pode ser fator determinante de lesões no coxim plantar que podem favorecer condenações no abatedouro, resultando em perda econômica. Ficou evidenciado, também, que a porcentagem de lesão no coxim plantar teve aumento acentuado do primeiro para o segundo lote, começando a decair no terceiro, mantendo a queda no quarto lote. Acredita-se que a reutilização da cama com manejo da mesma, foram fatores responsáveis pela diminuição das lesões.

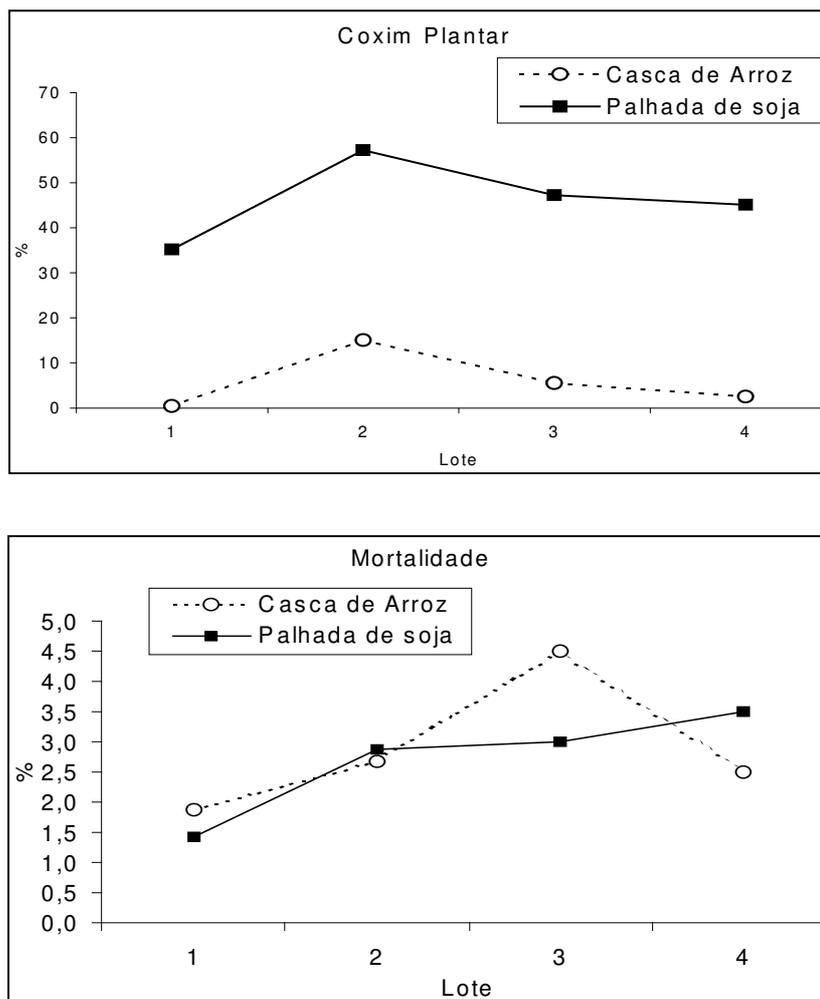


Fig. 4. Porcentagens observadas de presença de lesão no coxim plantar e de mortalidade em função do tipo de cama e do lote.

Quanto à mortalidade, essa foi influenciada significativamente pelo lote e pela interação entre lote e cama. No entanto, apenas houve diferença significativa entre os tipos de cama no terceiro lote, quando essa foi menor na palhada de soja. A Tabela 3 mostra alguns resultados, que poderiam relacionar

a maior mortalidade, principalmente a mortalidade por morte súbita, ao maior peso das aves. Mas isso não ocorreu, portanto, esse aumento da mortalidade somente no terceiro lote, aparentemente não se justifica ao não ser devido ao acaso.

Tabela 3. Médias de peso corporal e mortalidade por morte súbita (MS), ascite (AS) e geral, em função do lote, do tipo de cama e da idade das aves.

Lote	Tipo de Cama	Peso Corporal (g)			Mortalidade (%)			Média
		21 dias	35 dias	42 dias	MS	AS	Geral	
1	Arroz	913	2212	2921	1,750	0,125	1,875	1,654
	Soja	880	2143	2842	1,245	0,062	1,432	
2	Arroz	900	2109	2784	2,437	0,062	2,687	2,781
	Soja	885	2076	2713	2,375	0,312	2,875	
3	Arroz	952	2302	2961	4,187	0,312	4,500	3,748
	Soja	914	2242	2902	2,746	0,250	2,996	
4	Arroz	984	2203	2780	2,246	0,125	2,494	2,997
	Soja	934	2123	2707	3,002	0,438	3,501	

Condições térmicas ambientais nos aviários

Os resultados das análises estatísticas mostraram que os efeitos principais de lote, semana e hora foram significativos ($p < 0,05$) para todas as variáveis; o efeito da cama foi significativo ($p < 0,05$) somente para a Umidade Relativa do ar; enquanto que o efeito da ventilação não foi significativo em nenhum dos casos. A interação hora x semana foi significativa para todas as variáveis, enquanto a interação ventilação x hora foi significativa para as variáveis, temperatura do Ar e ITGU.

A Fig. 5 mostra os valores médios para Temperatura do Ar, Índice de Temperatura de Globo e Umidade - ITGU, Carga Térmica Radiante (W/m^2) - CTR, Umidade Relativa do Ar (%), para os sistemas de ventilação fixo e oscilante e o ambiente externo em função das horas. Os gráficos mostram que a ventilação proporcionada por ventiladores fixos e oscilantes comportou-se igualmente, não tendo efeito sobre as variáveis estudadas.

No entanto, as duas formas de ventilação foram suficientes para amenizar as condições térmicas internas do aviário em relação ao ambiente externo, uma vez que a temperatura dentro das instalações se manteve sempre abaixo dos $25^{\circ}C$, que foi a temperatura estabelecida no termostato, apesar da temperatura externa ter atingido, em certas horas, valores superiores a $29^{\circ}C$. As amplitudes do ITGU, CTR e da UR no interior do aviário foram amenizadas por ambos os sistemas de ventilação em relação ao ambiente externo.

A seguir são apresentados os valores da temperatura do ar, ITGU, CTR, umidade do ar e temperatura da cama, em função das semanas de idade das aves e horários em que os dados foram coletados. Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos no interior dos aviários e a Tabela 5, os dados externos. Na Tabela 6 são apresentados os valores das mesmas variáveis, mas em função do material da cama (casca de arroz e palhada de soja) e hora de medição.

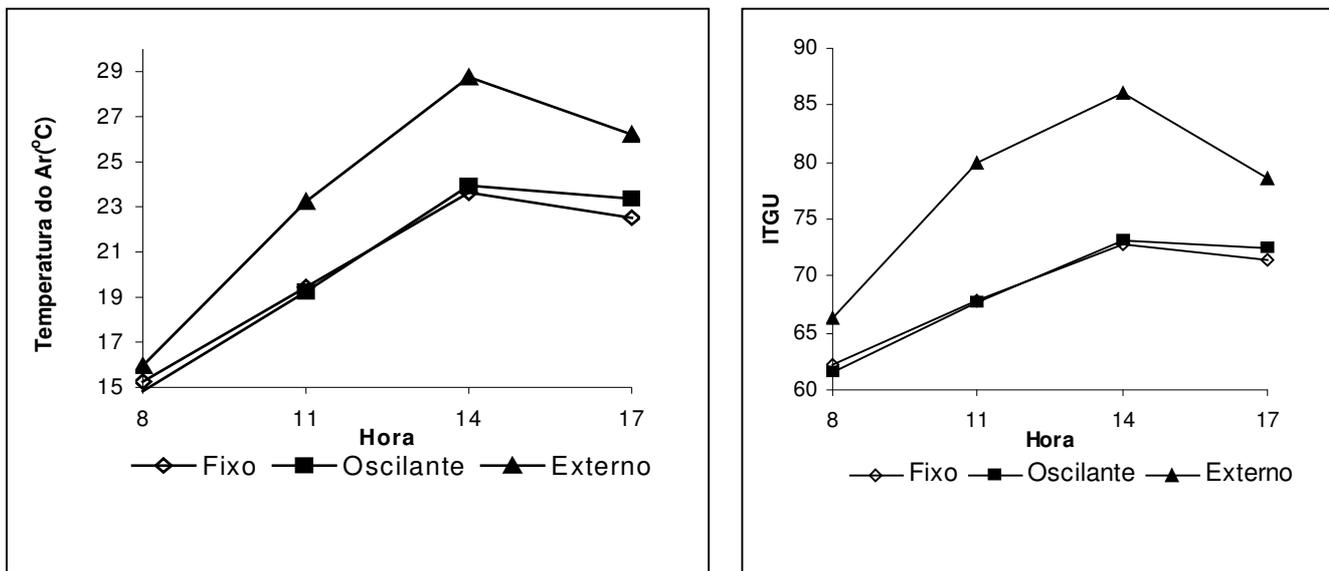


Fig. 5. Valores médios para a Temperatura do Ar ($^{\circ}C$) - Temperatura, Índice de Temperatura de Globo e Umidade - ITGU, Carga Térmica Radiante (W/m^2) - CTR, Umidade Relativa do Ar (%) para os sistemas de ventilação fixo, oscilante e ambiente externo, em função das horas.

Tabela 4. Médias e erros-padrão para a Temperatura do Ar (°C), Índice de Temperatura de Globo e Umidade, Carga Térmica Radiante (W/m²), Umidade Relativa do Ar (%) e Temperatura da Cama (°C) em função da semana e hora de medição.

Hora	Semana			Média
	4	5	6	
	Temperatura do Ar (°C)			
8:00	16,15 ± 0,45	13,03 ± 0,47	15,93 ± 0,59	15,04 ± 0,30
11:00	19,86 ± 0,48	17,08 ± 0,51	21,10 ± 0,63	19,34 ± 0,33
14:00	24,30 ± 0,49	21,14 ± 0,52	25,93 ± 0,65	23,79 ± 0,33
17:00	23,23 ± 0,39	20,64 ± 0,41	24,97 ± 0,52	22,95 ± 0,27
	Índice de Temperatura de Globo e Umidade			
8:00	63,36 ± 0,57	59,30 ± 0,62	63,19 ± 0,75	61,95 ± 0,41
11:00	68,26 ± 0,64	64,65 ± 0,71	70,32 ± 0,84	67,74 ± 0,46
14:00	73,64 ± 0,58	69,76 ± 0,64	75,57 ± 0,76	72,99 ± 0,42
17:00	72,19 ± 0,51	68,97 ± 0,56	74,50 ± 0,66	71,89 ± 0,37
	Carga Térmica Radiante (W/m²)			
8:00	400,95 ± 2,21	385,65 ± 2,38	402,48 ± 2,97	396,36 ± 1,47
11:00	426,72 ± 2,76	413,73 ± 2,98	439,98 ± 3,65	426,81 ± 1,83
14:00	455,95 ± 2,80	439,33 ± 3,02	467,48 ± 3,71	454,25 ± 1,86
17:00	445,18 ± 2,49	433,26 ± 2,69	458,81 ± 3,30	445,75 ± 1,65
	Umidade Relativa do Ar (%)			
8:00	89,22 ± 0,85	89,94 ± 0,74	88,72 ± 0,99	89,29 ± 0,56
11:00	80,55 ± 1,16	81,23 ± 1,01	82,46 ± 1,33	81,41 ± 0,76
14:00	73,55 ± 1,46	75,22 ± 1,27	70,38 ± 1,67	73,05 ± 0,96
17:00	76,94 ± 1,36	77,57 ± 1,19	74,78 ± 1,56	76,43 ± 0,90
	Temperatura da Cama (°C)			
8:00	17,12 ± 0,36	14,86 ± 0,50	19,77 ± 0,51	17,25 ± 0,27
11:00	20,87 ± 0,38	19,39 ± 0,53	24,12 ± 0,54	21,46 ± 0,28
14:00	24,35 ± 0,37	23,48 ± 0,51	27,71 ± 0,52	25,18 ± 0,27
17:00	24,20 ± 0,27	22,84 ± 0,38	27,53 ± 0,38	24,86 ± 0,20

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste F (p≤0,05).

De acordo com Abreu & Abreu (2001), os valores ideais de temperatura do ar se encontram dentro da faixa de 23°C a 26°C, 20°C a 23°C e 20° C, na quarta, quinta e sexta semanas de vida das aves, respectivamente. Já a umidade relativa do ar recomendada é de 60 a 70%, independente da idade das aves.

Tabelas 5. Médias da Temperatura do Ar (°C), Índice de Temperatura de Globo e Umidade, Carga Térmica Radiante (W/m²) e Umidade Relativa do Ar (%) do ambiente externo, em função da semana e hora de medição.

Hora	Semana			Média
	4	5	6	
Temperatura do Ar (° C)				
8:00	16,45	13,50	17,92	15,96
11:00	23,80	20,07	25,82	23,23
14:00	30,85	26,65	28,75	28,75
17:00	27,50	22,60	28,55	26,22
Índice de Temperatura de Globo e Umidade				
8:00	68,00	62,19	68,85	66,35
11:00	79,13	76,66	84,10	79,96
14:00	86,42	86,57	85,25	86,08
17:00	77,95	76,07	81,65	78,56
Carga Térmica Radiante (W/m²)				
8:00	440,70	438,70	440,25	439,89
11:00	593,54	596,93	638,33	609,60
14:00	658,95	646,64	602,70	636,09
17:00	503,72	497,95	540,34	514,00
Umidade Relativa do Ar (%)				
8:00	91,76	90,11	91,23	91,03
11:00	66,70	80,86	72,87	73,48
14:00	53,64	65,38	62,57	60,53
17:00	63,11	77,75	62,34	67,73

De maneira geral, ao se comparar essas recomendações com os valores apresentados observa-se que, para todas as semanas e para os dois materiais de cama o ambiente interno no período da tarde foi mais confortável na quarta e quinta semanas, enquanto que na sexta semana, o período da manhã foi melhor. A umidade relativa do ar mostrou-se acima dos valores recomendados para a produção de aves, em todas as semanas, horários e tipos de material de cama estudados. Por outro lado, a comparação entre o ambiente interno (dentro do aviário) com o externo, mostra que, com exceção das 8h, nos demais horários existe uma diferença aproximadamente de 4°C a 6°C, tornando o ambiente interno mais favorável à criação das aves.

Os valores de ITGU ficaram em torno de 61 a 71, conforme o horário, a semana e o tipo de cama avaliado. De acordo com Teixeira (1983), valores de ITGU variando de 65 a 77 são compatíveis com a produção das aves. Portanto, somente às 8h da manhã é que esses valores estiveram abaixo do recomendado. Nos outros horários, durante as três semanas avaliadas e para os dois tipos de cama, os valores de ITGU foram considerados compatíveis, de maneira a sugerir que as aves se encontravam em conforto térmico. Os resultados para a carga térmica mostram que os valores de dentro da instalação variam pouco em relação aos do ambiente externo, o que também oferece ambiente mais favorável às aves. Já, o maior valor de umidade de ar foi encontrado na cama de casca de arroz.

Tabela 6. Médias e erros-padrão para a Temperatura do Ar (°C), Índice de Temperatura de Globo e Umidade, Carga Térmica Radiante (W/m²), Umidade Relativa do Ar (%) e Temperatura da Cama (°C) em função do tipo de cama e hora de medição.

Hora	Tipo de Cama		Média
	Casca de arroz	Palhada de soja	
Temperatura do Ar (°C)			
8:00	15,03 ± 0,43	15,04 ± 0,43	15,04 ± 0,30
11:00	19,33 ± 0,46	19,36 ± 0,46	19,34 ± 0,33
14:00	23,77 ± 0,47	23,80 ± 0,47	23,79 ± 0,33
17:00	22,92 ± 0,38	22,97 ± 0,38	22,95 ± 0,27
Índice de Temperatura de Globo e Umidade			
8:00	62,03 ± 0,58	61,87 ± 0,58	61,95 ± 0,41
11:00	67,83 ± 0,66	67,65 ± 0,66	67,74 ± 0,46
14:00	73,08 ± 0,59	72,91 ± 0,59	72,99 ± 0,42
17:00	72,08 ± 0,52	71,70 ± 0,52	71,89 ± 0,37
Carga Térmica Radiante (W/m²)			
8:00	396,59 ± 2,09	396,13 ± 2,08	396,36 ± 1,47
11:00	427,42 ± 2,59	426,20 ± 2,59	426,81 ± 1,83
14:00	454,24 ± 2,63	454,27 ± 2,63	454,25 ± 1,86
17:00	446,62 ± 2,34	444,87 ± 2,34	445,75 ± 1,65
Umidade Relativa do Ar (%)			
8:00	89,72 ± 0,80	88,86 ± 0,79	89,29 ± 0,56
11:00	82,49 ± 1,08	80,34 ± 1,08	81,41 ± 0,76
14:00	75,38 ± 1,36	70,72 ± 1,36	73,05 ± 0,96
17:00	78,70 ± 1,27	74,16 ± 1,27	76,43 ± 0,90
Média	81,57 ± 1,13 ^a	78,52 ± 1,12 ^b	
Temperatura da Cama (°C)			
8:00	17,25 ± 0,38	17,25 ± 0,38	17,25 ± 0,27
11:00	21,49 ± 0,40	21,42 ± 0,40	21,46 ± 0,28
14:00	25,02 ± 0,38	25,34 ± 0,38	25,18 ± 0,27
17:00	24,81 ± 0,28	24,90 ± 0,28	24,86 ± 0,20

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste F (p ≤ 0,05).

A temperatura da cama apresentou o mesmo comportamento da temperatura ar. Em todos os horários avaliados a temperatura da cama esteve, em média, de 2°C a 3°C acima da temperatura do ar. Importante destacar que a temperatura da cama não se alterou em função do material utilizado, ou seja, independentemente de se usar palhada de soja ou casca de arroz, a temperatura manteve-se praticamente semelhante (Tabela 6).

Os mapas com as isolinhas da temperatura da cama, na sexta semana de vida das aves, em função do tipo de cama (palhada de soja e casca de arroz) e de ventilação (oscilante e fixo), para os períodos da manhã e da tarde, são apresentados na Fig. 6.

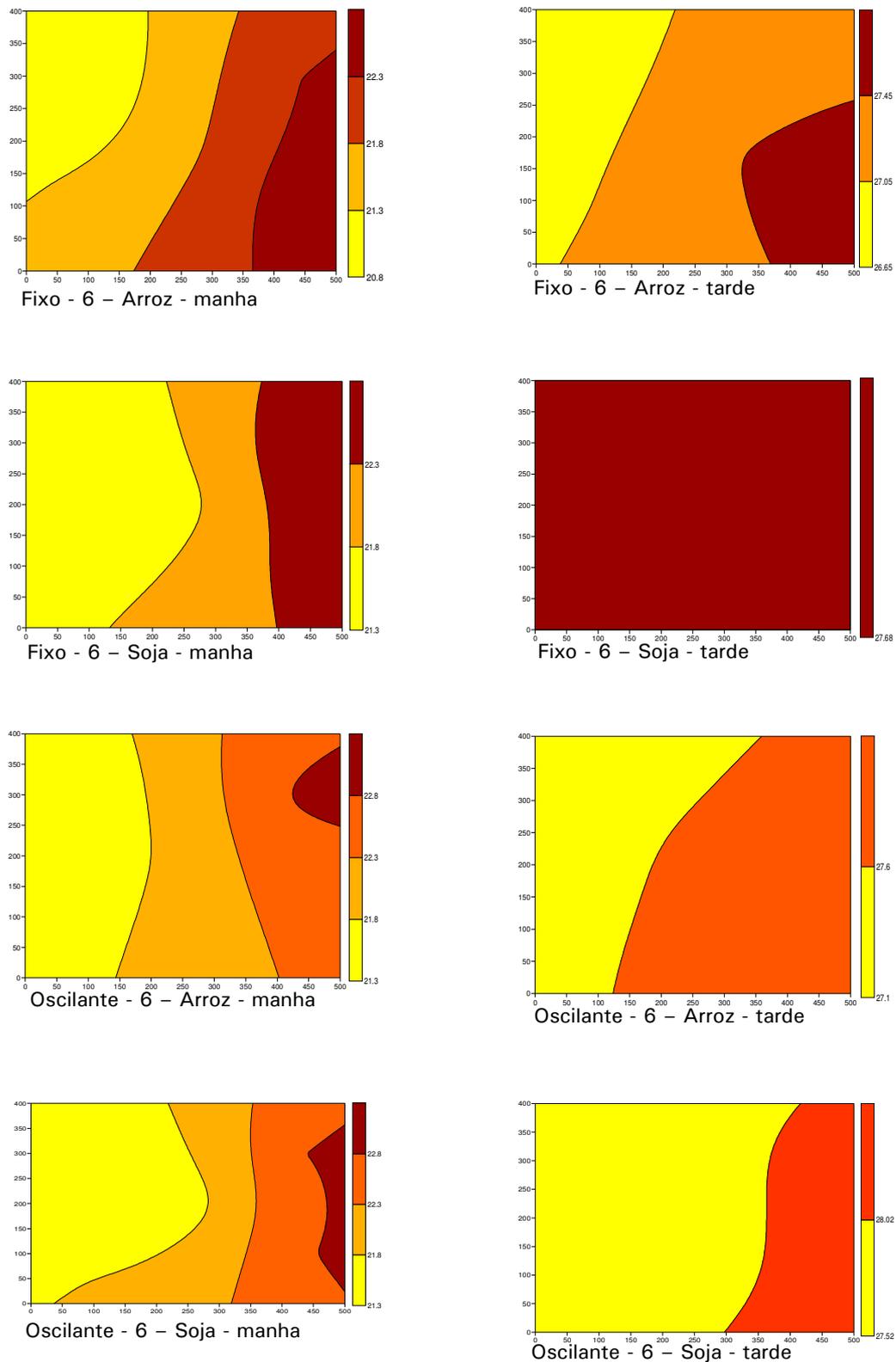


Fig. 6. Mapas com as isolinhas da temperatura da cama, na sexta semana de vida das aves, em função do tipo de cama (palhada de soja e casca de arroz) e de ventilação (oscilante e fixo), para os períodos da manhã e da tarde.

As isolinhas indicam as linhas em que a temperatura da cama é igual, ou seja, descrevem por meio de mapeamento como essa temperatura se apresenta em toda a área de criação das aves. A temperatura da cama foi uniformemente distribuída somente na cama com palhada de soja, no período da tarde e utilizando o sistema de ventilação fixo.

Os valores máximos de temperatura de cama obtidos no período da manhã, para ambos os tratamentos, foram de aproximadamente 22°C. No período da tarde, em torno de 27°C a 28°C. Na sexta semana de vida das aves, a preocupação do avicultor é com o estresse calórico que normalmente ocorre no período da tarde. Dessa forma, os valores obtidos de temperatura de cama em ambos tratamentos contribuíram para essa condição. Os maiores valores de temperatura da cama foram encontrados perto da mureta do aviário. Essa condição ocorreu devido aos aviários estarem orientados no sentido leste-oeste, recebendo a influência do percurso solar. Tanto os tipos de ventilação como os materiais de cama comportaram-se igualmente.

População de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) e de parasitos intestinais

O teste F para a contagem de cascudinhos, mostrou que houve efeito significativo ($p < 0,05$) de cama, de lote e das interações: cama x ventilação e cama x lote.

A Fig. 7 mostra os perfis médios da contagem de cascudinhos em função dos substratos, da ventilação e dos lotes. A cama de casca de arroz apresentou contagens inferiores ($p < 0,05$) do inseto em relação à palhada de soja a partir do 2º lote. Não houve grandes diferenças nas contagens dos insetos com relação ao tipo de ventilação utilizado.

Na análise da presença de parasitos, só foram identificados oocistos de *Eimeria spp.* e observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a presença de oocistos, do tipo de cama e da interação entre cama e ventilação. A Tabela 7 ilustra essa interação, mostrando que a casca de arroz submetida à ventilação oscilante apresentou a maior porcentagem de boxes contaminados, tendo 18,78 vezes mais chance de estar contaminada que a palhada de soja nesse tipo de ventilação. Com a ventilação fixa não foi observada essa diferença entre os dois substratos.

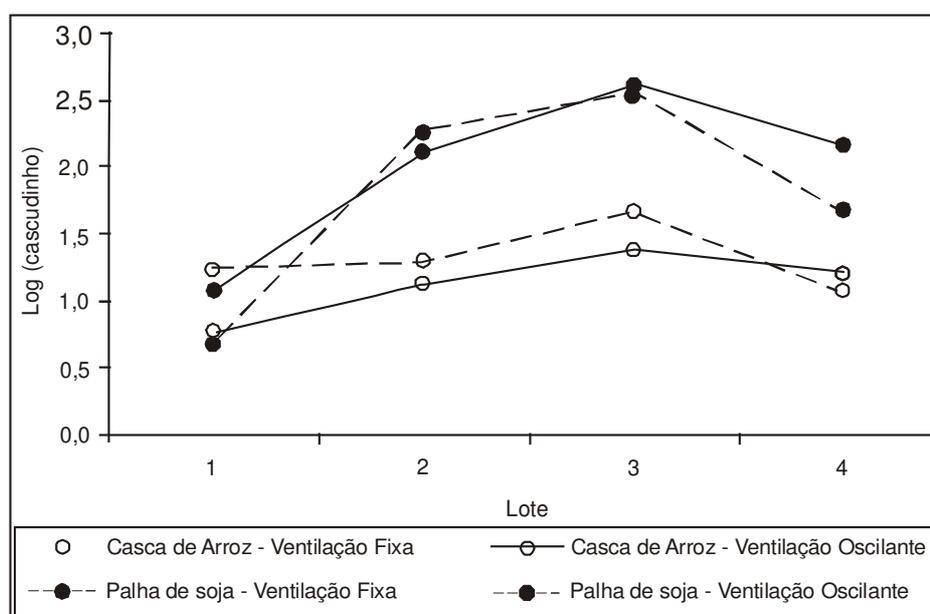


Fig. 7. Perfis médios da contagem de cascudinho, transformada em $\log(y + 1)$, em função da cama, da ventilação e do lote.

Tabela 7. Percentual de boxes contaminados por *Eimeria spp* e razão de chances em função da cama e do tipo de ventilação.

Cama	Ventilação		Razão das chances	Pr > χ^2
	Oscilante	Fixa		
Casca de Arroz	81,3%	37,5%	7,22	0,0163
Palhada de Soja	18,8%	31,3%	0,50	0,4182
Razão das chances	18,78	1,32		
Pr > χ^2	0,0012	0,7100		

A comparação dos tipos de ventilação mostra que na cama com casca de arroz houve diferença significativa entre tipos de ventilação, com mais contaminação na ventilação oscilante (Razão de chances = 7,22), ao passo que na cama com palhada de soja não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tipos de ventilação quanto à contaminação por *Eimeria spp*.

Outros fatores podem ter atuado nessa contaminação, como os maiores níveis de nutrientes, em especial os de N, na palhada de soja, que explicaria a menor contagem de oocistos, pelo efeito negativo sobre os níveis de contaminação, por meio da liberação de níveis letais de amônia, com a capacidade de destruir esses oocistos (Shirley et al., 1994).

Como a esporulação dos oocistos de eimeria, que os torna infectivos, ocorre de forma ideal nas temperaturas de 28°C a 30°C (Long, 1977, citado por Shirley et al., 1994), testou-se os dados para verificar se as contagens poderiam ter se modificado com a variação da temperatura observada nas camas (Tabela 4), constatando-se que a temperatura da cama não interferiu significativamente na contagem do número de oocistos.

Reutilização e composição química da cama

Ao final do primeiro lote, a cama de palhada de soja se mostrou mais compactada e com formação de cascões que a cama de casca de arroz, o que persistiu durante os outros três lotes, necessitando de interferência com quebra dos cascões, mesmo durante o período de criação das aves. Na saída dos lotes, a cama de palhada de soja necessitou de um trabalho mais árduo para colocá-la em condições de ser reutilizada, pela formação de uma crosta endurecida na parte superior. Ao final do quarto e último lote, essa cama já estava em seu limite de reutilização mostrando-se decomposta na parte inferior, com degradação das fibras e formação de matéria húmica (formação de húmus). A casca de arroz, no entanto, permaneceu em condições de reutilização mesmo após a criação do quarto lote. A qualidade das camas foi avaliada por meio dos níveis dos diferentes elementos químicos e dos parâmetros físicos. As análises para as variáveis de composição química da cama, apontaram efeito significativo ($p < 0,05$) de cama para todas as variáveis, exceto para umidade e Zn, de coleta, exceto para CZ, de período para todas as variáveis e da interação cama x período x coleta para C. Org, Cu, Fe, K, Mn, pH e Zn.

Na Tabela 8 estão apresentados, os valores composição química da casca de arroz e da palhada de soja antes da utilização e os valores da Instrução Normativa 23, para fertilizantes orgânicos simples. As camas com exceção do carbono orgânico, em termos de composição são bastante diferentes entre si e não atendem as recomendações da IN-23 para fertilizantes orgânicos.

Tabela 8. Composição química da casca de arroz e palhada de soja antes da utilização e valores da Instrução Normativa 23.

	Casca de Arroz	Palhada de Soja	IN-23
Cinzas (%)	4,33	15,18	
C orgânico (%)	35,13	33,33	≥ 20
Cu (%)	traços	0,00065	
Fe (mg/kg)	433,25	607,63	
K (%)	0,075	0,108	
Mn (mg/kg)	169,85	32,75	
Umidade (%)	10,35	14,33	≤ 30
N (%)	0,344	0,662	≥ 1
P (%)	0,056	0,092	
pH	6,56	7,60	c.d.*
Zn (mg/kg)	11,43	14,70	

*c.d. - conforme declarado.

Na Tabela 9 estão apresentados os níveis descritivos de probabilidade do teste F para a análise da qualidade de cama, representada pelos valores da composição química da casca de arroz e da palhada de soja, após a utilização. Para o estudo dessa composição as coletas foram divididas em três períodos da seguinte maneira: período 1 - o intervalo de 15 dias (vazio sanitário), entre a saída do lote 1 e a entrada do lote 2; período 2 - o intervalo de 15 dias (vazio sanitário), entre a saída do lote 2 e a entrada do lote 3 e o período 3 - o intervalo de 15 dias (vazio sanitário), entre a saída do lote 3 e a entrada do lote 4.

Os resultados mostraram um padrão de diferenciação dos valores dos elementos da composição química das camas. No geral, na saída de cada lote esses valores foram maiores e o decréscimo ocorreu após os 15 dias de descanso da cama e em todos os períodos estudados. Isso somente não ocorreu com o pH que apresentou maior valor sempre após o descanso das camas. É importante observar que os valores da umidade, na saída dos lotes os valores foram altos, ultrapassando as recomendações tanto para a criação de aves como para fertilizante orgânico. Mas, após o descanso, seus valores voltaram a níveis considerados aceitáveis.

As avaliações das características químicas das camas demonstraram que, após três lotes, sob o aspecto nutricional, as camas se enquadraram na legislação como fertilizantes orgânicos simples. Entretanto, recomenda-se que os materiais retirados dos aviários sejam dispostos em leiras e submetidos a um período adicional de compostagem para eliminar/minimizar riscos sanitários. Apesar de haver efeito do material utilizado como cama, em geral, com maiores médias das variáveis referentes à palhada de soja, as camas compostas pelos resíduos apresentaram características próximas entre si e também com os dados de literatura para maravalha (Turazi et al., 2006), demonstrando que após três lotes os dois materiais apresentaram ótimas características fertilizantes.

Tabela 9. Médias e erros-padrão da composição química das camas em função do material, da coleta e do período.

Período	Casca de Arroz		Palhada de Soja	
	Saída	Entrada	Saída	Entrada
Cinzas (%MS)				
1	20,86 ± 0,78	-	15,71 ± 0,35	-
2	20,84 ± 0,17 a A	21,13 ± 0,23 a A	17,29 ± 0,32 b A	17,04 ± 0,35 b A
3	21,40 ± 0,20 a A	21,77 ± 0,12 a A	18,95 ± 0,29 b A	18,39 ± 0,30 b A
Carbono Orgânico (%MS)				
1	32,93 ± 0,32 b B	36,43 ± 0,24 b A	36,08 ± 0,43 a B	38,69 ± 0,33 a A
2	32,72 ± 0,45 b A	34,95 ± 1,53 a A	35,92 ± 0,28 a A	32,02 ± 0,64 b B
3	32,14 ± 1,41	-	28,45 ± 0,66	-
Cobre (%MS)				
1	45,19 ± 0,84 b A	39,33 ± 1,33 b B	63,31 ± 1,26 a A	49,44 ± 1,64 a B
2	56,05 ± 1,09 b A	52,99 ± 1,65 b B	67,55 ± 0,91 a A	62,72 ± 1,20 a B
3	63,27 ± 1,34 b A	59,13 ± 0,98 b B	74,75 ± 1,22 a A	73,03 ± 1,43 a A
Ferro (mg/kg – MS)				
1	911 ± 26 b A	608 ± 29 b B	1492 ± 57 a A	1469 ± 117 a A
2	1014 ± 28 b A	738 ± 16 b B	1452 ± 44 a A	1361 ± 59 a A
3	1035 ± 21 b A	507 ± 18 b B	1364 ± 49 a A	736 ± 44 a B
Potássio (%MS)				
1	2,04 ± 0,05 b\A	1,97 ± 0,05 b A	2,78 ± 0,05 a A	2,73 ± 0,05 a A
2	2,35 ± 0,04 b\A	2,00 ± 0,06 b B	2,81 ± 0,04 a A	2,78 ± 0,04 a A
3	2,16 ± 0,05 b\B	2,57 ± 0,08 a A	2,69 ± 0,07 a A	2,62 ± 0,03 a A
Manganês (mg/kg – MS)				
1	351 ± 8 a A	356 ± 7 a A	311 ± 6 b A	252 ± 12 b B
2	427 ± 9 a B	448 ± 9 a A	386 ± 6 b A	375 ± 12 b A
3	420 ± 8 a A	421 ± 7 a A	404 ± 7 a A	383 ± 8 b B
Nitrogênio (%MS)				
1	2,31 ± 0,09 b A	1,77 ± 0,05 b B	2,92 ± 0,02 a A	2,30 ± 0,06 a B
2	2,67 ± 0,04 b A	2,32 ± 0,02 b B	3,26 ± 0,04 a A	2,83 ± 0,03 a B
3	2,90 ± 0,07 b A	2,44 ± 0,03 b B	3,32 ± 0,04 a A	2,88 ± 0,05 a B
pH				
1	8,59 ± 0,08 a B	9,20 ± 0,01 b A	8,39 ± 0,09 a B	9,35 ± 0,02 a A
2	8,39 ± 0,04 b A	8,98 ± 0,02 b A	8,68 ± 0,05 a B	9,11 ± 0,03 a A
3	8,54 ± 0,06 a B	8,86 ± 0,01 b A	8,71 ± 0,04 a B	8,97 ± 0,02 a A
Fósforo (%MS)				
1	1,38 ± 0,07 a A	0,88 ± 0,05 a B	1,54 ± 0,07 a A	1,06 ± 0,07 a B
2	1,65 ± 0,07 b A	1,43 ± 0,07 b B	1,91 ± 0,10 a A	1,66 ± 0,04 a B
3	1,43 ± 0,05 a A	1,35 ± 0,06 b A	1,46 ± 0,09 a A	1,54 ± 0,08 a A
Umidade (%)				
1	42,71 ± 3,22 a A	25,56 ± 1,31 a B	44,09 ± 1,01 a A	27,38 ± 0,94 a B
2	31,12 ± 1,01 a A	16,51 ± 0,50 b B	33,85 ± 0,98 a A	19,94 ± 0,49 a B
3	33,44 ± 0,79 a A	16,55 ± 0,21 b B	35,35 ± 0,93 a A	18,62 ± 0,22 a B
Zinco (mg/kg _MS)				
1	227 ± 19 b A	145 ± 15 a B	286 ± 12 a A	80,57 ± 9,87 b B
2	266 ± 5 a A	254 ± 21 a A	285 ± 6 a A	254 ± 14 a A
3	266 ± 5 b A	141 ± 2 b B	299 ± 7 a A	158 ± 5 a B

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas linhas, dentro de coleta, diferem significativamente pelo teste F ($p < 0,05$).

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas linhas, dentro de substrato de cama, diferem significativamente pelo teste F ($p < 0,05$).

Os gráficos do comportamento da composição química dos materiais utilizados como cama, casca

de arroz e palhada de soja estão apresentados na Fig. 8.

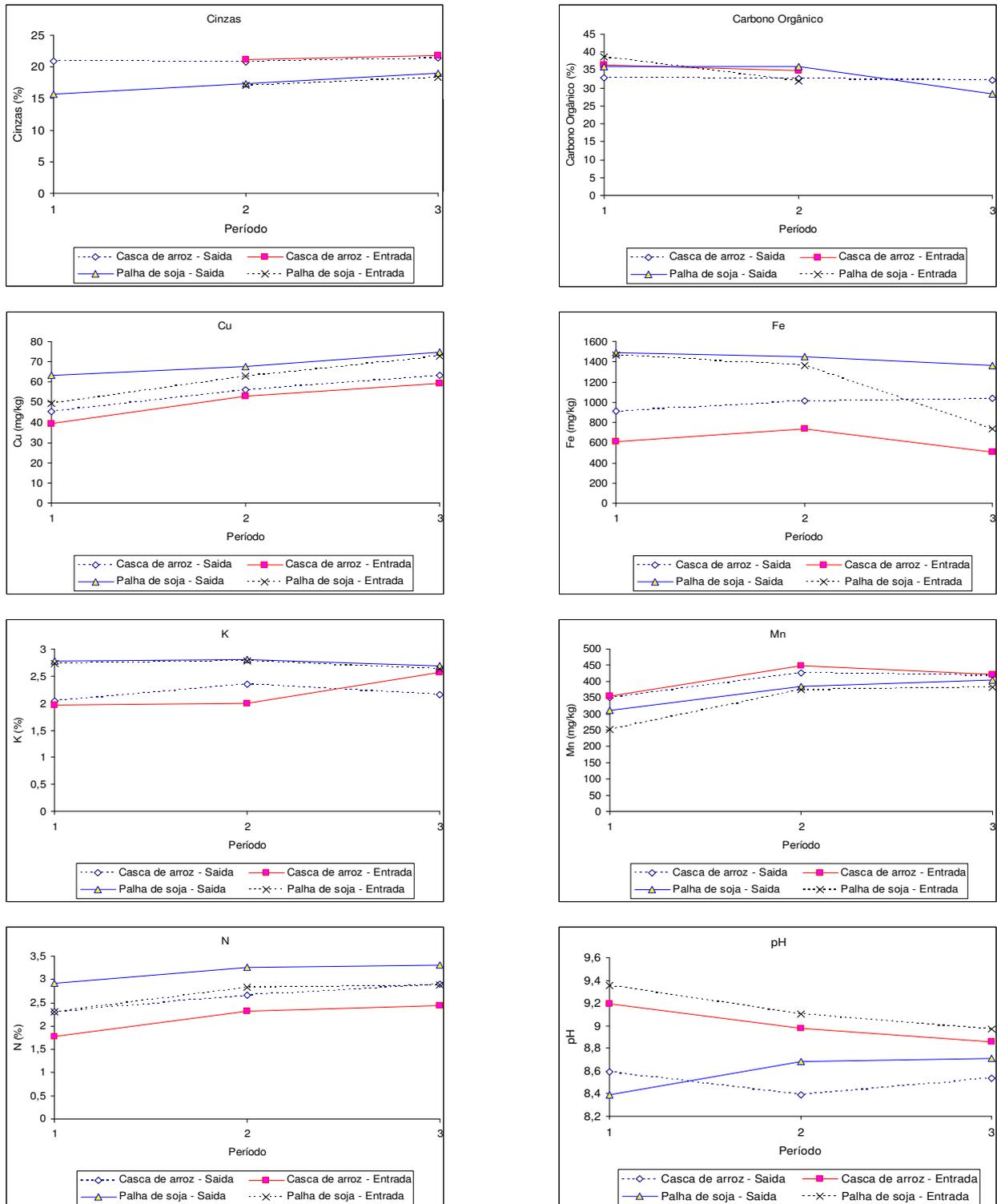


Fig. 8. Gráficos da composição química das camas em função do material, da coleta (saída e entrada) e do período.

Continuação da Fig. 8.

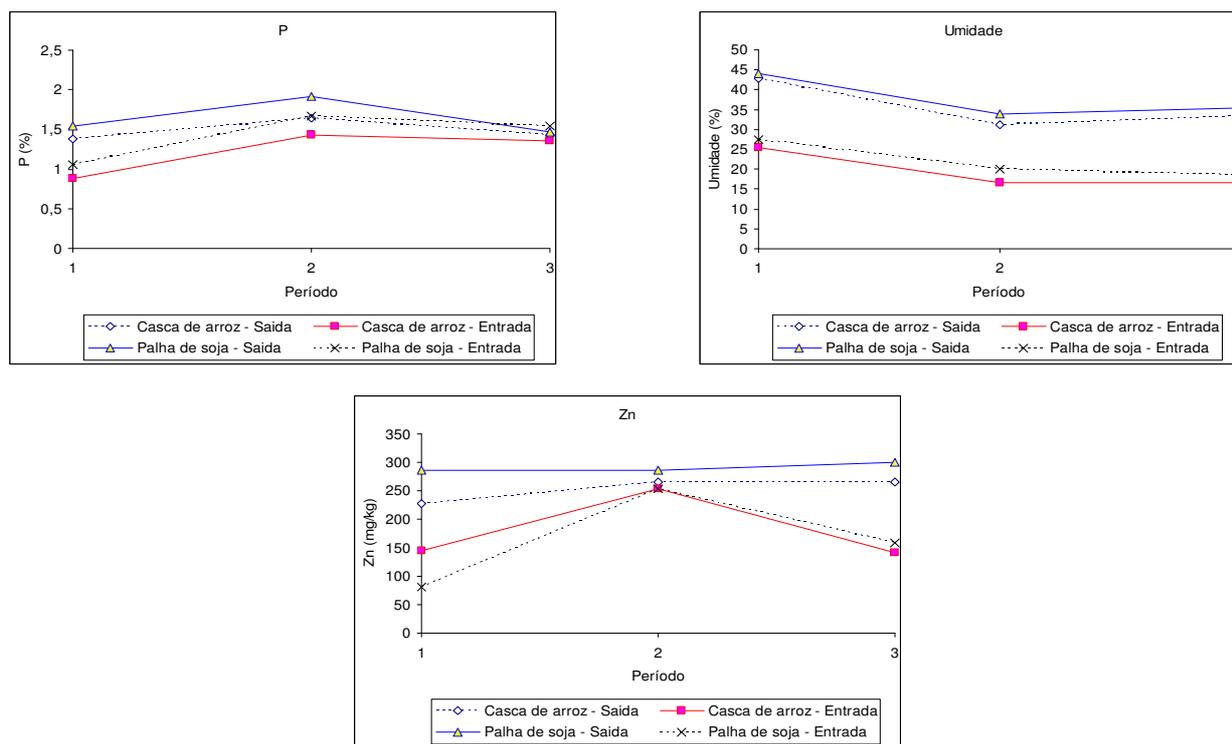


Fig. 8. Gráficos da composição química das camas em função do material, da coleta (saída e entrada) e do período.

Carga de enterobactérias em camas reutilizadas por quatro lotes consecutivos

A quantificação de enterobactérias totais (em Unidades Formadoras de Colônias - UFCs) por grama de cama para cada tratamento foi realizada nos dias da depopulação (dia 42) dos quatro lotes e nos dias dos alojamentos dos lotes seguintes (dia 0), visando avaliar o efeito do período vazio sobre a carga bacteriana da cama.

Apenas houve efeito significativo ($p < 0,05$) de lote, de dia de avaliação (0 e 45) e da interação dos dois, não sendo significativo o efeito dos materiais de cama (casca de arroz e palhada de soja) e sistemas de ventilação, sobre a carga de enterobactérias (Fig. 9 e 10). Na Fig. 11 pode-se verificar que a avaliação realizada no dia 42 foi sempre superior àquela realizada no dia 0, como era esperado, porém a diferença foi se acentuando ao longo dos lotes, tanto que o ponto de mínima contagem de UFC para o dia 42 (imediatamente após a saída das aves) ocorreu no terceiro lote, ao passo que, para o dia 0 (dia de alojamento após o vazio) a redução da carga bacteriana aparentemente não atingiu o ponto mínimo até o quarto lote. Este resultado sugere que a redução da carga de enterobactérias, após o intervalo de vazio sanitário entre lotes (dia 0),

poderia continuar a ocorrer em lotes subsequentes, pois até o quarto lote o decréscimo foi linear e não atingiu o ponto de estabilização.

Enterobactérias em cama de aviário de casca de arroz na entrada e saída do lote (Dias 0 e 42)

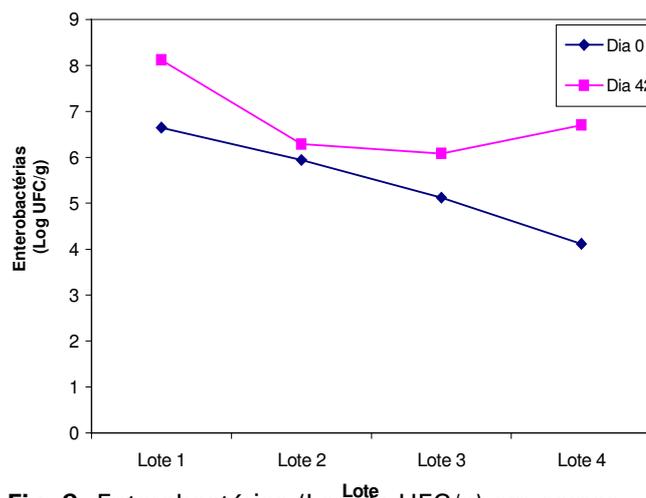


Fig. 9. Enterobactérias (Log de UFC/g) em camas casca de arroz reutilizadas em quatro lotes de frangos.

Enterobactérias em cama de aviário de palha de soja na entrada e saída do lote (Dias 0 e 42)

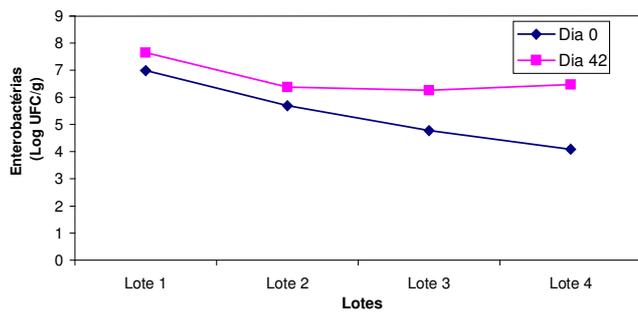


Fig. 10. Enterobactérias (Log de UFC/g) em camas de palhada de soja reutilizadas em quatro lotes de frangos.

Cabe destacar que no período de vazio sanitário entre lotes foram feitas duas aplicações de lança-chamas sobre a cama, uma na saída das aves e outra antecedendo o alojamento do lote seguinte. Entretanto, durante os 15 dias de vazio sanitário, a cama foi mantida em repouso, sem qualquer manejo direcionado à redução ou controle de organismos indesejáveis, tais como bactérias potencialmente patogênicas. Apesar da redução da carga de enterobactérias ao longo dos quatro lotes, a contagem foi elevada em todos os lotes, sendo recomendável a adoção de algum método de tratamento de cama entre lotes para redução de patógenos. A contagem inicial de enterobactérias das camas utilizadas no experimento foi considerada elevada, mesmo antes do alojamento do primeiro lote.

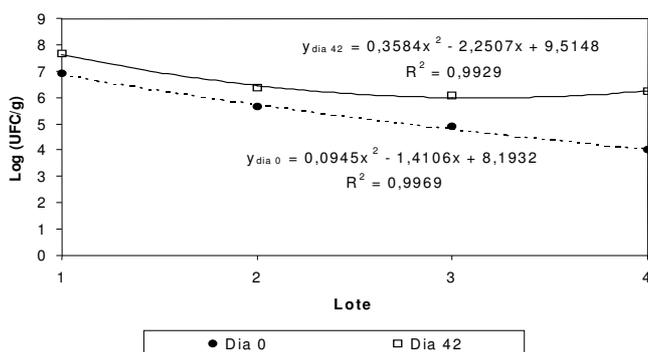


Fig. 11. Carga de enterobactérias nos dias 0 e 42 dos lotes avaliados, considerando os tratamentos conjuntamente.

Silva et al. (2007), avaliando métodos de tratamento de cama para redução da carga bacteriana, observaram que as médias da carga de enterobactérias, bem como de mesófilos totais das camas novas foram elevadas. Este resultado chama

a atenção, segundo os autores, sobre a qualidade das camas novas pois se constatam que a elevada carga bacteriana deste material está associada à origem da cama, provavelmente com as condições de produção, conservação, armazenamento e o transporte ao aviário. Comentam ainda que a elevada carga bacteriana representa um significativo desafio para as aves que serão alojadas neste ambiente, especialmente por tratarem-se de pintinhos de um dia. Concluíram também, que o método mais eficiente para redução da carga de enterobactérias na cama de aviário, entre os avaliados, foi a fermentação anaeróbia usando cobertura com lona em todo o aviário por, pelo menos, 10 dias.

No presente trabalho, as contagens de enterobactérias foram superiores aos dados obtidos com as camas de maravalha. Por essa razão deve-se reforçar a necessidade de tratamento das camas entre lotes, independente do material utilizado.

Conclusões

Sistemas de ventilação

A ventilação proporcionada por ventiladores fixos e oscilantes comportou-se igualmente, não interferindo sobre as variáveis de desempenho, mortalidade, lesões no coxim plantar, qualidade e carga de enterobactérias da cama. No entanto, as duas formas de ventilação foram suficientes para amenizar as condições térmicas internas do aviário em relação ao ambiente externo, proporcionando temperaturas dentro do aviário de 4°C a 6°C abaixo da temperatura externa.

Materiais de cama (palhada de soja e casca de arroz)

A utilização da casca de arroz como material para cama de frangos de corte promoveu melhor desempenho produtivo que a palhada de soja em todas as idades estudadas.

A cama de palhada de soja foi responsável pelo aumento de lesão no coxim plantar em relação a cama de casca de arroz. Mas, as aves na cama de casca de arroz também apresentaram a lesão, mostrando que o uso de materiais alternativos, sua reutilização por vários lotes e seu manejo, como cama de aviários, deve ser mais estudado visando à diminuição dessas lesões nas aves.

A cama de palhada de soja e de casca de arroz e os dois tipos de ventilação comportaram-se de forma similares, quanto à temperatura do ar. A temperatura da cama apresentou o mesmo comportamento da temperatura ar. Em todos os horários avaliados a temperatura da cama esteve, em média, de 2°C a 3°C acima da temperatura do ar. Mas, não se alterou em função do material utilizado. O maior valor de umidade do ar foi encontrado quando se utilizou a cama de casca de arroz.

A palhada de soja pode ser utilizada como cama de aviário para criação de frangos de corte por até quatro lotes. Com esse mesmo número de lotes a casca de arroz ainda permanece reutilizável enquanto a palhada de soja apresenta-se degradada, em franco estado de umificação.

Os cascudinhos se desenvolveram em maior número na cama de palhada de soja e a casca de arroz apresentou 18,78 vezes mais chance de contaminação por oocistos de *Eimeria spp.* quando submetida à ventilação oscilante, na comparação com a palhada de soja.

As camas de frango utilizadas por três lotes, em média, enquadram-se às exigências mínimas legais para serem comercializadas como fertilizantes orgânicos simples, independente do tipo de material utilizado como substrato.

Houve redução de enterobactérias nas camas reutilizadas do primeiro ao quarto lote de frangos nos dias de alojamento, após o período de vazio das camas (dia 0), apesar de não ter sido aplicado nenhum método de tratamento nas camas, entre lotes.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio a Pesquisa de Santa Catarina - FAPESC, pelo apoio financeiro.

À Roster pelo fornecimento dos ventiladores.

À Unifrango Agroindustrial de Alimentos Ltda. pelo fornecimento da casca de arroz.

Ao Sr. Arcenio João Lunkes - Linha Luciano – Peritiba, pelo fornecimento da palhada de soja.

Referências bibliográficas

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N. Ventilação na avicultura de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 50p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63).

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de. Diagnóstico bioclimático para produção de aves no Oeste Paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. 1 CD-ROM.

ANDREWS, L. D.; MCPHERSON, B. N. Comparison of different types of material for broiler litter. Poultry Science, v. 42, p. 249-254, 1963.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 14.ed. Washington, 1984. p.1.141.

ARENDS, J. J. Control, management of the litter beetle. Poultry Digest, v. 46, n.542, p. 172-176, 1987.

ARENDS, J. J. External parasites and poultry pests. In: CALNEK, B. W. Diseases of poultry. 9. ed. Ames: Iowa State University Press, 1991. p. 703-730.

ÁVILA, V. S. de; COSTA, C. A. F.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; ROSA, P. S.; OLIVEIRA, U. de; ABREU, V. M. N. Materiais alternativos, em substituição à maravalha como cama de frangos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. 5p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 465).

AVILA, V. S. de ; OLIVEIRA, U. ; FIGUEIREDO, E. A. P. ; COSTA, C. A. F. ; ABREU, V. M. N. ; ROSA, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science, v. 37, p. 273-277, 2008.

BAÊTA F. C.; FERREIRA J. H.; MORAES I. F.; TINÔCO I. F. F.; YANAGI JÚNIOR T. Desempenho da ventilação forçada no interior de galpões de corte, em função do posicionamento dos ventiladores e orientação do fluxo de ar, no verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. 1 CD-ROM.

BATES, C.; HIETT, K. L.; STERN, N. J. Relationship of *Campylobacter* isolated from poultry and from darkling beetles in New Zeland. Avian Diseases, v.48, p.138-147, 2004.

BENABDELJELIL, K.; AYACHI, A. Evaluation of alternative litter materials for poultry. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 5, p. 203-209, 1996.

BRAKE, J. D.; FULLER, M. J.; BOYLE, C. R.; LINK, D. E.; PEEBLES, E. D.; LATOUR, M. A. Evaluations of whole chopped kenaf and kenaf core used as a broiler litter material. *Poultry Science*, v. 72, p. 2079-2083, 1993.

CÉSAR, J. S. Utilização do pé de milho triturado, como cama para aviários, em diferentes densidades populacionais. *Informativo Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 9, n. 107, p. 20-23, 1983.

ELFADIL, A. A.; VAILLANCOURT, J. P.; MEEK, A. H. A prospective study of cellulitis in broiler chickens in Sourten Ontario. *Avian Diseases*, v.40, p. 677-689, 1996.

ELŻBIETA, L.; MICHAŁ, M.; WŁODZIMIERZ, D.; AGNIESZKA, K.; MONIKA, M. Microbial control of coleopteran larvae of *Alphitobius diaperinus* and *Tenebrio molitor* – grain pests. *Medycyna Weterynaryjna*, v. 57, n. 4, p. 258-262, 2001. Disponível em: <<http://www.medwet.lublin.pl/Year %202001/vol01-04/art172-00.htm>>. Acesso em: 10 out. 2005.

HESTER, P. Y.; SUTTON, A. L.; ELKIN, R. G. Effect of light intensity, litter source, and litter management on the incidence of leg abnormalities and performance of male turkeys. *Poultry Science*, v. 66, p. 66-675, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 23, de 31 de agosto de 2005. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19493>> Acesso em 26 ago. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.15, de 17 de julho de 2001. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=3587>> Acesso em 26 ago. 2008.

MATIAS, R.M. Controle de *Alphitobius diaperinus* em piso e cama de aviários. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 27, n. 1. p. 205-207, 1992.

MENDES, A. A.; PATRICIO, I. S.; GARCIA, E. A. Utilização de fenos e gramíneas como material de cama para frangos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 10., 1987, Natal. Anais . Campinas, SP: UBA, 1987. p.135.

MITCHELL, M. A. A. Some physiological effects of environmental temperature upon poultry. In: INTERNATIONAL POULTRY BUILDINGS CONFERENCE, 3., 1987, [S.l.]. Proceedings. [S.l.: s.n.], 1987. p. 24-25.

MIZUBUTI, I. Y.; FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W. Desempenho de duas linhagens comerciais de frangos de corte, criadas sob diferentes densidades populacionais e diferentes tipos de camas. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 23, n. 3, p. 476-484, 1994.

MOUCHREK, E.; MONTEIRO, P. A.; STHELING, R.; TANAKA, T. Identificação de materiais de "cama" para frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais. 2. Resultados de época fria. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras, MG. Anais. Lavras: SBZ, 1992. p. 344.

NAPOLITANO, J. F. Predatory behavior of a pit-making antlion, *Myrmeleon mobilis* (Neuroptera: Myrmelontidae). *Florida Entomologist*, v. 81, n. 4, p. 562-566, 1998.

OLIVEIRA, M. C.; CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaças de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 5. p.1076-1081, 2002.

PAGANINI, F.J. Reutilização de cama na produção de frangos de corte: porquê, quando e como fazer. In: CONFERÊNCIA APINCO 2002 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas, SP. Anais. Campinas, SP: APINCO, 2002. p.194 – 206.

PERMIN, A.; BISGAARD, M.; FRANDSEN, F.; PEARMAN, M.; KOLD, J.; NANSEN, P. Prevalence of gastrointestinal helminths in different poultry production systems. *British Poultry Science*, v. 40, n. 4, p. 439-443, 1999.

REID, W. M. Relative value of oocyst counts in evaluating anticoccidial activity. *Avian Diseases*, v. 19, n. 4, p. 802-811, 1975.

SAFRIT, R. D.; AXTELL, R. C. Evaluations of sampling methods for darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) in the litter of turkey and broiler houses. *Poultry Science*, v. 63, p. 2368-2375, 1984.

SALIN, C.; DELETTRE, Y. R.; VERNON, P. Controlling the mealworm *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in broiler and turkey houses: field trials with a combined insecticide treatment: Insect Growth Regulator an Pyrethroid. *Journal of Economic Entomology*, v. 96, n. 1, p. 126-130, 2003.

SANTOS, E.C.; TEIXEIRA, A.S.; TORRES, D.M.; FONSECA, R.A. Avaliação das propriedades de quatro materiais e duas granulometrias de cama sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. Anais. Viçosa, MG: SBZ, 2000. p. 257.

SAS INSTITUTE INC. System for Microsoft Windows: release 9.1. Cary, 2002-2003. 1 CD-ROM.

SHIRLEY, M. W. Epizootiologia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE COCCIDIOSE, 1994, Santos, SP. Anais. Santos, SP: [s.n.], 1994. p.11-22.

SILVA, V. S.; VOSS, D.; COLDEBELLA, A.; BOSETTI, N.; AVILA, V. S. Efeito de tratamentos sobre a carga bacteriana de cama de aviário reutilizada em frangos de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 467).

SURGEONER, G. A.; ROMEL, K. Control of the lesser mealworm in poultry houses (Coleoptera: Tenebrionidae). University of Ghelph. 2000. Disponível em: <<http://www.uoguelph.ca/pdc/Factsheets/FactsheetLists.html>>. Acesso em: 10 out. 2005.

TEIXEIRA, V. H. Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. 1983. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TOWNSEND, L. Lesser mealworms or litter beetles. University of Kentucky, College of Agriculture. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/entomology/entfacts/entfactpdf/ef507.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2007.

TURAZI, C. M. V.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, A. S.; BORGIO, L. A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. Horticultura Brasileira, v.24, n.1, p. 65-70, 2006.

WILLIS, W. L.; MURRAY, C.; TALBOTT, C. Evaluation of leaves as a litter material. Poultry Science, v. 76, p. 1138-1140, 1997.

WYATT, C. L.; GOODMAN, T. N. The utilization of recycled sheetrock (Refined Gypsum) as a litter material for broiler houses. Poultry Science, v. 71, p. 1572-1576, 1992.

XAVIER, L. H. Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação. 2000. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

Circular Técnica, 52

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves
Endereço: BR 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 21,
89700-000, Concórdia, SC
Fone: 49 34410400
Fax: 49 34410497
E-mail: sac@cnpsa.embrapa.br
1ª edição
Versão Eletrônica: (2008)



Comitê de Publicações

Presidente: Cícero J. Monticelli
Membros: Teresinha M. Bertol, Jean C.P.V.B. Souza,
Gerson N. Scheuermann, Airton Kunz, Valéria M.N.
Abreu.
Suplente: Arlei Coldebella

Revisores Técnicos

Jean C.P.V.B. Souza, Paulo A.R. de Brum, Paulo S.
Rosa e Valdir S. de Avila

Expediente

Coordenação editorial: Tânia M.B. Celant
Normalização bibliográfica: Irene Z.P. Camera
Editoração eletrônica: Vivian Fracasso