

Capítulo 5

MÉTODOS E SEGURANÇA SANITÁRIA NA REUTILIZAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIOS

Virgínia Santiago Silva

Introdução

A utilização de cama em aviários é uma prática provavelmente tão antiga quanto a própria avicultura industrial. A cama caracteriza-se por uma camada de substrato distribuído sobre o piso do aviário, tendo como finalidade evitar o contato das aves com o piso, facilitar a absorção e evaporação das excretas e redução da oscilação de temperatura nas instalações de criação, refletindo na eficiência produtiva.

A cama de aviário, após uma ou mais criadas de frangos de corte, constitui-se pelo substrato, que geralmente é a maravalha, acrescida das excreta das aves, restos de ração, penas, pele e insetos, representando um dos principais resíduos da avicultura intensiva. O destino deste resíduo após o seu uso, bem como alternativas para reutilização e/ou reciclagem, são preocupações reais e crescentes na avicultura mundial, pois suas implicações econômicas, ambientais e em saúde pública e animal requerem cautela na avaliação do tema, buscando o equilíbrio sustentável para a produção avícola. Embora todos os aspectos implicados na reutilização da cama sejam fundamentais para orientar a tomada de decisão quanto aos procedimentos a serem adotados na criação intensiva de frangos, o foco em boas práticas de produção ligado às questões sanitárias é preponderante na avicultura mundial.

Materiais usados como cama aviária

Vários tipos de materiais podem ser usados como cama, desde que sejam suficientemente absorventes, pois o papel da cama é promover o conforto térmico para as aves e absorção e evaporação das excretas. Neste sentido, o material ideal é aquele com melhor poder absorvente, propiciando um ambiente seco e confortável para as aves. A maravalha é o material mais frequentemente usado na avicultura comercial, porém resíduos da agricultura como palhadas de soja, casca de arroz, gramíneas e outros resíduos podem ser usados quando a maravalha não é disponível. Entretanto, a eleição do material alternativo para uso como

cama, deve-se levar em consideração o poder de absorção de umidade e que este difere entre os tipos de resíduos de agricultura. A longevidade do material é afetada pela capacidade de absorção de umidade, o que deve ser considerado quando o manejo de reutilização de cama é praticado, pois a umidade poderá resultar em formação de crostas e impactação da cama.

Composição da microbiota da cama

A origem dos micro-organismos encontrados na cama de aviário é, predominantemente, a excreta das aves. A microbiota da digesta das aves constitui-se em cerca de 10^8 a 10^{10} bactérias Gram-positivas e 10^6 a 10^7 bactérias Gram-negativas por grama e a cama de aviário apresenta, em média, uma concentração de bactérias 10 vezes menor do que a digesta dos frangos, porém esta concentração de bactérias pode aumentar na magnitude 10 a cada lote de aves criado na mesma cama (NANDI et al., 2004; REHBERG, 2002). Desta forma, para efeitos práticos, a cama e a excreta das aves apresentam a mesma carga bacteriana e esta é bastante elevada, o que justifica a preocupação com o destino deste resíduo da produção, tanto do ponto de vista ambiental pelo seu potencial poluente, quanto pelo potencial risco à saúde humana e animal. A presença de patógenos na cama, como o grupo das Enterobactérias e outras bactérias com potencial zoonótico, contribui para a maior contaminação do trato digestivo das aves e, mesmo quando não causam problemas sanitários às aves, estas podem contaminar as carcaças pela abertura accidental do inglúvio e dos intestinos por ocasião do abate, o que caracteriza sua implicação em segurança dos alimentos, caso o produto final seja contaminado.

Na diversa microbiota da cama pode-se encontrar vários grupos bacterianos, entre os quais destacam-se: (1) as bactérias que não representam risco direto à saúde humana e animal, mas que influenciam as condições ambientais da cama, consistindo no grupo mais expressivo numericamente; (2) os patógenos primários e secundários de aves e/

ou os comensais para as aves, porém são potenciais patógenos para humanos.

Os organismos não patogênicos, grupo 1, participam de complexos processos de reciclagem dos nutrientes excretados na cama pelas aves, tais como os que atuam na decomposição do ácido úrico resultando em amônia, e os proteolíticos que produzem enzimas (proteases), que decompõe proteínas da excreta. A proteína da matéria fecal, quando não decomposta, favorece a formação de aglomerados, agregados de partículas de cama e fezes, tornando-a menos confortável e adequada para as aves. Portanto, a presença dessas bactérias é desejável, pois melhora a qualidade do ambiente de cama (REHBEGER, 2002).

O acúmulo de bactérias na cama não representa necessariamente um problema, dependendo da bactéria envolvida. Como exemplo, os *Lactobacilos* e *Bifidobacterium* oriundos da excreta, não representam risco para a saúde humana, animal, nem ao ambiente (AMIT-ROMACH et al., 2004; REHBERG, 2002). Entretanto, o ambiente de cama também pode oferecer condições ótimas para a multiplicação de bactérias Gram positivas e Gram negativas indesejáveis, tais como *Salmonelas*, *Campylobacter* e *Escherichia coli*, implicados em problemas de segurança alimentar, bem como *Clostridium perfringens* e *Staphylococcus aureus*, patógenos aviários oportunistas e/ou contaminantes de alimentos. Entre os patógenos aviários presentes na cama e as patologias a eles associadas, destacam-se:

- Amostras específicas de *E. coli*, capazes de desencadear inflamação cutânea em lesões já existentes ou que permitam sua adesão à pele, causando dermatite necrótica (celulite).
- *Clostridium perfringens*, patógeno oportunista causador de enterite necrótica e associado à ingestão de cama e de larvas e insetos presentes na cama, que possam albergar o agente.
- *Staphylococcus aureus*, o qual pode estar associado à infecções articulares ou sistêmicas pela inoculação acidental em ferimentos na planta dos pés, além de atuar como agente secundário agravando infecções por outros patógenos como *Mycoplasma synoviae* e Adenovírus (FIORENTIN, 2006).

A cama pode albergar ainda diversos outros patógenos aviários, incluindo agentes virais, parasitos e bactérias quando da ocorrência de doenças e, neste caso, deve ser totalmente substituída para que o mesmo problema não se perpetue em lotes subsequentes. Cada patógeno aviário apresenta características particulares quanto a resistência às variadas condições ambientais. A sobrevivência de cada agente infeccioso na cama, depende de sua natureza bem como das condições que a cama oferece para sua sobrevivência e manutenção das características infectantes. Assim, os tratamentos de cama apresentarão diferentes resultados sobre cada agente infeccioso e, como não são conhecidas as condições limitantes e/ou restritivas para todos os patógenos aviários que podem permanecer na cama, em situações em que ocorrem surtos de doenças em um lote de aves, a cama não deve ser reutilizada. Entretanto, a cama de lotes de aves saudáveis poderá ser reutilizada para mais lotes de frangos sempre que precedida por algum tratamento eficiente na inativação da carga bacteriana ou redução desses patógenos a níveis compatíveis com a produção. Deve-se ter em mente que o ambiente de produção de aves é naturalmente contaminado e que as boas práticas de produção visam a redução dos riscos microbiológicos a níveis compatíveis com a produção, atuando preventivamente sobre riscos potenciais.

Implicações em segurança alimentar

Os patógenos zoonóticos presentes na cama são os que representam a maior preocupação da avicultura mundial, pois são as bactérias que podem afetar as aves e o consumidor caso o produto final seja contaminado. Entre as bactérias zoonóticas presentes na cama, as *Salmonellas sp* e *Campylobacters sp* figuram como os principais agentes implicados em infecções de origem alimentar associados à avicultura.

A contaminação da cama por Salmonelas pode ser originada pelos próprios pintos alojados, vetores que albergam a bactéria no aviário, bem como restos de cama que permanecem ao redor do aviário entre lotes,

sem que passem por qualquer processo de descontaminação (FIORENTIN, 2006).

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 e em órgãos responsáveis pela saúde pública. A infecção humana por este agente causa uma gastroenterite. Alguns 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).

Fatores que influenciam a viabilidade e multiplicação bacteriana na cama

Vários fatores físicos, químicos e biológicos podem influenciar a carga bacteriana das camas, atuando simultaneamente. Os fatores biológicos representados pela grande diversidade de formas de vida presentes na cama, certamente têm seu papel na dinâmica do controle microbiológico. Pela própria composição da cama, após uma ou mais criadas de frangos pode-se sugerir a influência, por exemplo, da alimentação das aves, o que pode ser muito variável entre integrações. Ainda assim, alguns fatores físicos e químicos desempenham importante papel na inativação de patógenos, tais como pH, temperatura, concentração de amônia e atividade da água, e por esta razão sua relação com a microbiota da cama é frequentemente investigada.

A temperatura é um agente físico eficiente na inativação de bactérias indesejáveis, porém, para obtenção de um efeito inibitório satisfatório na cama deve-se considerar o binômio temperatura x tempo de exposição, além da uniformidade de temperatura em todo o material. O

método fermentativo em leiras é eficiente na elevação de temperatura, porém foi demonstrado que em leiras com temperatura interna de 50°C, a temperatura da superfície manteve-se em 23°C (JEFFERY et al., 1998), não apresentando o efeito inibitório sobre patógenos. Bush et al. (2007) verificaram alta variação de temperatura de camas de maravalha enleiradas, onde a temperatura mais elevada foi 63°C no centro da leira após 19-21 dias do processo fermentativo. Enquanto no mesmo período, as temperaturas da base e superfície variaram apenas entre 28°C e 33°C.

O pH é um indicador que pode ser manipulado pela adição de produtos na cama, tornando-o mais ácido a níveis inibitórios para a multiplicação bacteriana. O pH da cama pode variar de levemente ácido (6,0) a alcalino (9,0), condição que permite a multiplicação da maioria dos patógenos de interesse na avicultura, inclusive os zoonóticos (FIORENTIN, 2005). Os métodos de acidificação da cama parecem surtir bom efeito inibitório sobre bactérias indesejáveis. A redução do pH, além de reduzir a carga bacteriana da cama, reduz a volatilização da amônia, melhorando as condições ambientais do aviário, pois a volatilização da amônia ocorre em pH 7,0 ou superior (IVANOV, 2001). Foi demonstrado que a adição de 5% de ácido cítrico reduziu o pH a 5,0, apresentando efeito redutor na carga bacteriana na cama (IVANOV, 2001). Pope e Cherry (2000) utilizaram bisulfato de sódio na cama e observaram grande redução de bactérias totais na primeira semana após a aplicação, enquanto a redução na concentração de *Escherichia coli* foi detectada até duas semanas da aplicação do produto. Com a adição de bisulfato de sódio e de sulfato de alumínio em cama de maravalha, Line e Bailey (2006) demonstraram uma sensível redução no pH nas duas primeiras semanas após a aplicação, especialmente nas aplicações de bisulfato de sódio. Porém, após este período os níveis tornaram a subir, tornando-se compatíveis com as formas de vida bacteriana presentes na cama. A acidificação da cama no período entre lotes poderia, então, ser uma alternativa para a redução da carga bacteriana das camas, visto que os efeitos deste tratamento são mais expressivos na primeira semana após a aplicação, porém a relação custo-benefício deve ser considerada, pois

haveria aumento da mão de obra e o custo dos produtos, onerando sobre a produção.

A atividade da água (A_w) é uma representação dinâmica da capacidade da amostra em umedecer o ar a sua volta, e não um índice que indica simplesmente a quantidade de água da amostra, pois define a quantidade de água disponível para as bactérias de forma mais adequada do que o simples inverso da matéria seca (FIORENTIN, 2005). A redução da atividade da água reduz a multiplicação bacteriana, embora algumas bactérias apresentem capacidade de adaptação a condições de baixa A_w . Rezende et al. (2001) demonstraram que a A_w acima de 0,85 favorece a multiplicação bacteriana e que são necessários índices inferiores a este para evitar a multiplicação de *Salmonelas* na cama. Payne et al. (2007) demonstraram que a melhor relação entre pH e atividade da água para redução da população de *Salmonelas* na cama foi de atividade da água (A_w) $\leq 0,84$ e pH $\leq 4,0$.

A associação entre concentração de amônia na cama aviária e seu potencial efeito inibitório sobre patógenos é apresentada de forma controversa na literatura. Enquanto alguns autores observaram maior sobrevivência de *Salmonelas* em locais onde a cama de aviário estava mais úmida e com maior concentração de amônia, outros reportaram que a concentração de amônia reduziu a população desta bactéria na cama (OPARA et al., 1992; TURNBULL; SNOEYENBOS, 1973, citados por BUSH et al. 2007). BUSH et al. (2007), pesquisando o efeito de fermentação em leiras sobre a viabilidade de *Salmonelas* na cama aviária, observaram que durante o processo fermentativo 98,7% da população da bactéria inoculada foi eliminada, sendo detectada somente em dois pontos da leira após 21 dias de processo. Entretanto, nos dois pontos da leira onde o patógeno foi recuperado, a população decresceu drasticamente, com pelo menos cinco Log de redução com relação a concentração do inicial do patógeno no local. Também foi demonstrado que a temperatura das leiras não foi o único fator limitante para a eliminação de *Salmonelas*, pois o patógeno também foi eliminado em locais da cama onde a temperatura não sofreu aquecimento, mantendo-se numa

amplitude favorável à multiplicação bacteriana. Houve, porém, a constatação de que a concentração de amônia foi mais baixa nos pontos da leira onde a eliminação da população de *Salmonelas* não foi total. Os autores concluíram que a cama aviária não é um ambiente favorável à sobrevivência e multiplicação de *Salmonelas*, porém não atribuíram o efeito “salmonelicida” à elevação de temperatura da cama decorrente da fermentação ou a outro fator isoladamente, admitindo que fatores como pH, concentração de amônia, umidade e competição entre micro-organismos saprófitas da cama, atuando simultaneamente, possam estar associados ao efeito redutor dessas bactérias. Estes resultados corroboram com os obtidos por Kwak et al. (2005), que observaram a eliminação total de *Salmonella Enteritidis*, *Shigella sonnei* e *Escherichia coli* na cama após oito dias de fermentação em leiras.

Métodos para redução da carga bacteriana em cama aviária

A reutilização de cama para mais de um lote de frangos é comum na produção de frangos em diversos países, inclusive no Brasil. Para que a cama possa ser reutilizada de forma segura, esta deve ser submetida a algum tipo de manejo ou tratamento que promova a inativação ou redução de micro-organismos indesejáveis para evitar a transmissão de patógenos de um lote para outro. Na prática a cama é reutilizada, em média, para quatro a oito lotes de frangos, sendo o uso por seis lotes, com uma troca de cama ao ano, o procedimento mais recomendável.

A primeira questão a ser observada antes de eleger um método de tratamento de cama diz respeito a situação sanitária das aves:

“Quando ocorrerem episódios sanitários em um lote de aves, a cama não deve ser reutilizada”.

Nestes casos, recomenda-se a substituição total da cama após vazio e desinfecção completa das instalações para o alojamento do lote seguinte. Entretanto, a cama descartada também deve ser tratada, preferen-

cialmente submetida a um processo fermentativo ou compostagem, antes de ser removida do aviário, especialmente quando o destino final for o uso como fertilizantes, evitando a disseminação de patógenos no ambiente.

Independente do manejo/tratamento de cama que se for utilizar, algumas práticas são rotineiramente adotadas após a retirada das aves, antes de iniciar o tratamento propriamente dito. Em geral, após a saída do lote de frangos e retirada dos equipamentos do aviário, procede-se a remoção das porções mais úmidas da cama, bem como crostas de cama e fezes que se formam durante o alojamento e ficam aderidas nas áreas próximas aos comedouros e bebedouros.

Após a retirada das crostas pode se fazer uso de lança-chamas, inicialmente revolvendo a cama para trazer à superfície as penas, larvas e insetos que ficam em camadas mais profundas. Este procedimento é o início do processo de higienização da cama e é muitas vezes repetido no final do intervalo entre lotes, após o tratamento e antes do alojamento do lote seguinte. O lança-chamas é um equipamento que, ligado a um botijão de gás, funciona como um maçarico, sendo um equipamento de risco quando manejado de forma inadequada e/ou por operadores inexperientes. Embora seja uma prática bastante usada na avicultura, o uso de lança-chamas deve ser avaliado com cautela, não sendo recomendado quando os operadores não estiverem preparados para esta atividade. Alguns cuidados básicos fundamentais devem ser observados para o uso deste equipamento em cama de aviário (ABREU, P. G.; PAIVA, D. P., 2008):

- Nunca usar lança-chamas na presença de materiais combustíveis (madeira, plástico, fiação elétrica, cortinas), pois estas condições são de altíssimo risco de acidentes.
- Operadores devem estar familiarizados com o equipamento e bem preparados para o uso em cama de aviário.
- Operadores devem usar equipamentos de proteção individual (macacão, luvas e botas de couro).
- O registro do botijão deve ser fechado ao final de cada operação.

- Ajustar a pressão de trabalho no próprio equipamento. Quando a pressão está baixa produz chama de cor avermelhada e quando está muito alta produz chama azul intensa e longa.
- O lança-chamas deve ser mantido a uma distância de aproximadamente 20-30 cm da superfície a ser aplicada.
- Na reutilização de cama de aviário, logo após a depopulação e retirada dos equipamentos (bebedouros, comedouros) deve-se passar o lança-chamas lentamente, queimando todas as penas visíveis, passando também nas paredes até dois metros de altura e nas muretas.
- Na cama, o lança-chamas deve ser aplicado lentamente, porém, movendo as chamas sobre a superfície evitando que a chama fique muito tempo em um mesmo ponto, o que pode levar à combustão (queima) do material de cama.
- Na cama de aviário, uma boa aplicação é verificada a olho nu pela eliminação total das penas na superfície da cama.
- A operação pode ser repetida após o tratamento da cama, na véspera do alojamento das aves, passando lança-chamas sobre piso, paredes e cama.

Outra prática bastante frequente é a de utilizar cama nova nos pinteiros, área em que os pintos permanecem na primeira semana de vida (MARCOLIN, 2006).

Os métodos para reutilização de cama de aviário mais comumente usados na avicultura brasileira são a adição de cal na cama e a fermentação da cama em leira, no centro do aviário. Uma variação do método fermentativo, a cobertura da cama com lona plástica em toda a extensão do aviário, vem sendo também empregada com sucesso.

Método do enleiramento no centro do aviário

No método de fermentação em leira a cama é empilhada no centro do aviário e coberta com lona plástica em toda a sua extensão (Figura 1). Recomenda-se leiras de aproximadamente um metro de altura. A preparação do aviário deve seguir os seguintes passos:

- Após a depopulação procede-se a queima de penas com lança-chamas.
- Remoção das crostas de cama em todo aviário. Na parte inicial, cerca de 25% da área do galpão (utilizada como pinteiro) é removido o material e depositado junto ao restante da cama, no centro do galpão, para fermentação.
- No restante da área (cerca de 75%) é feita a remoção da cama das laterais fazendo uma pilha ou leira de cama no centro, ao longo do aviário.
- Cobertura da pilha (leira) com lona plástica em toda a sua extensão mantendo-a coberta por 10 a 12 dias (período de fermentação).
- Remoção da lona após 10 a 12 dias e distribuição da cama tratada no aviário, exceto na área inicial do aviário (pinteiros).
- Ventilação do aviário por dois a três dias antes do alojamento. O período de ventilação pode ser ampliado quando a emissão de amônia estiver muito forte, pois o excesso de amônia é nocivo para as aves. Em camas mais velhas, reutilizadas por mais lotes, o teor de amônia é bastante elevado, sendo recomendável ampliar o tempo de ventilação sempre que possível.
- Colocação de cama nova em toda área reservada para pinteiro, cerca de 25% do aviário, na véspera do alojamento.

Obs. Em determinadas condições, em regiões onde o clima é mais seco, pode-se umedecer a cama antes de cobrir a leira com lona, para favorecer o processo fermentativo.

Foto: Laurimar Fiorentin (in memorian)



Figura 1. Fermentação em leira no centro do aviário

Método da cobertura com lona em todo o aviário

No método de cobertura com lona plástica em todo o aviário, após a depopulação, a cama é umedecida antes da colocação da lona (Figura 2). Neste método é importante que a lona seja bem colocada, de forma a evitar a entrada de ar. Para tal, recomenda-se que as laterais e extremidades da lona sejam colocadas por baixo da camada de cama, rente ao piso do aviário. A preparação desse método deve seguir os seguintes passos:

- Umedecimento da cama utilizando cerca de 20 litros de água por metro linear.
- Revestimento dos pilares centrais (quando houver) do aviário com lona (aproximadamente 1m²).
- Remoção da cama das paredes laterais do aviário abrindo um sulco entre as paredes e a cama, para colocação da lona.

- Recolhimento de restos de cama nas adjacências do aviário e colocação na área central do galpão, misturando com a cama a ser fermentada.
- Cobertura da cama com lona em toda a extensão do aviário, colocando as laterais e extremidades da lona rente ao piso, por baixo da camada de cama, para evitar a entrada de ar.
- Remoção da lona após dez dias de fermentação, retirando as crostas e revolvendo a cama em todo o aviário.
- Queima de penas com lança-chamas.
- Ventilação do aviário por dois dias antes do alojamento. Este período pode e deve ser ampliado sempre que possível, especialmente a partir do terceiro ou quarto lotes de aves criados na mesma cama, devido a elevação nos níveis de amônia.

Este método é uma variação do processo fermentativo em leiras e, devido aos resultados muito positivos na redução de patógenos, tem sido empregado por muitas empresas brasileiras. A fermentação plana apresenta ainda vantagens práticas sobre a fermentação em leiras, pois demanda menos mão de obra e a experiência prática dos usuários tem mostrado efeito superior aos demais tratamentos de cama na redução de *Alphitobius diaperinus*. Embora seja um processo fermentativo, neste sistema a temperatura da cama não sofre elevação significativa para ser considerada restritiva aos patógenos bacterianos nela presentes. Porém, outros fatores como a produção e distribuição mais homogênea da amônia nas camas pode estar associada a este efeito sobre os micro-organismos.

Foto: Laurimar Fiorentin (in memorian)



Figura 2. Cobertura com lona no aviário (fermentação plana)

Método da aplicação de Cal

Este método bastante difundido e sua ação na redução da carga bacteriana das camas está associada com a redução da atividade da água, pois a umidade torna o ambiente de cama favorável à multiplicação bacteriana (FIORENTIN, 2005). Do ponto de vista prático, este método requer equipamento apropriado para incorporação uniforme do produto e não apresenta resultados expressivos na redução bacteriana quando comparado aos fermentativos. Porém, a aplicação da cal pode ser associada com outros métodos quando a umidade da cama for excessiva (Figura 3). A preparação do aviário e aplicação da cal, conforme tem sido comumente aplicado em agroindústrias avícolas, segue os seguintes passos, podendo haver variações na quantidade da cal:

- Remoção de toda a cama úmida, compactada (em crostas) ou em má condição logo após a depopulação.
- Aplicação de lança-chamas, uniformemente, em toda a superfície da cama, para queimar as penas.
- Distribuição de Ca(OH)_2 (cal) em todo o galpão (mínimo de $3,6\text{Kg/m}^3$), até 72 horas antes do alojamento das aves, utilizando equipamento apropriado para incorporar uniformemente o produto na cama.
- Adição de cama nova, seca, em quantidade equivalente a cama que foi removida, na área dos pinteiros.
- Após a incorporação de Ca(OH)_2 aplicar o lança-chamas, uniformemente, em toda a cama, para queima das penas.
- Alojamento das aves de dois a três dias após a aplicação do cal.

Foto: Laurimar Fiorentin (in memoriam)



Figura 3. Aplicação da cal na cama

Efeito comparativo dos métodos de tratamento de cama sobre carga de bactérias entéricas totais e sobre *Salmonelas*

Diversos métodos podem ser usados para redução da carga bacteriana das camas visando sua reutilização na produção de aves e, para a eleição do tratamento mais adequado, faz-se necessária uma avaliação comparativa entre estes. Em um estudo realizado na Embrapa Suínos e Aves, foram comparados os efeitos dos tratamentos fermentativos em leira, fermentação plana com lona no aviário, aplicação de cal e camas sem intervenção, sobre a carga de bactérias entéricas Gram negativas e *Salmonella Enteritidis* Fagotipo 4 (SEPT4). As camas de 24 aviários foram analisadas, seis de cada tratamento, por seis lotes consecutivos de frangos de corte. Em todos os aviários o intervalo entre lotes foi de doze dias ou superior, no caso da aplicação de cal. As camas novas, antes do primeiro alojamento, também foram submetidas a análises bacteriológicas. Os resultados mostraram efeito redutor das bactérias avaliadas em todos os tratamentos, inclusive nos controle sem intervenção. Porém, os resultados dos métodos fermentativos foram superiores na redução dessas bactérias e a fermentação plana, com lona em toda a extensão do aviário, foi o método que apresentou melhores resultados na avaliação comparativa. A fermentação plana também tem se mostrado superior aos demais métodos na redução de *Alphitobius diaperinus* presentes na cama, os quais podem albergar bactérias indesejáveis, atuando como fonte de infecção para as aves que os ingerem.

Neste trabalho, foi demonstrado que camas novas de maravalha podem chegar ao aviário com carga contaminante bastante elevada, muitas vezes superior a carga bacteriana das camas tratadas e reutilizadas. Esta informação deve ser considerada na eleição do fornecedor das camas, pois revela que estas provavelmente estão vindo contaminadas da origem. A Figura 4 resume os resultados desse trabalho, mostrando a carga bacteriana das camas novas e ao final de cada período entre lotes, em seis lotes consecutivos.

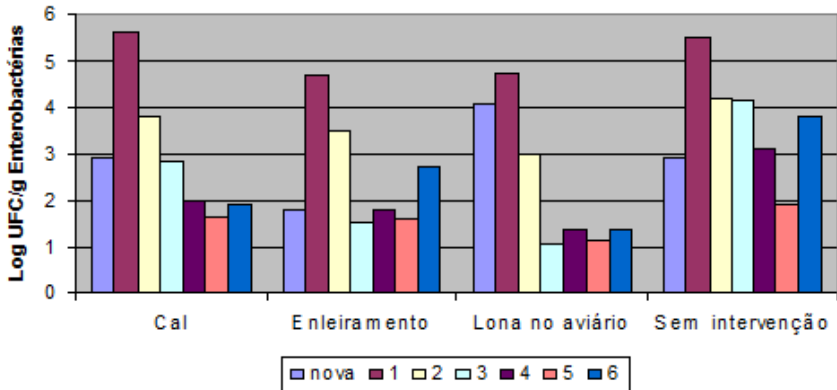


Figura 4. Médias em Log (UFC/g) de Enterobactérias das camas novas e ao final dos intervalos dos seis lotes nos quatro tratamentos avaliados

Diante dos resultados deste trabalho foi possível incluir o método de fermentação plana com lona no aviário como recomendação em boas práticas de produção de frangos, pois trata-se de um método novo e sua validação foi claramente demonstrada neste estudo. Contudo, o método de fermentação em leiras também apresenta resultados satisfatórios, diferindo do tratamento de aplicação de cal na cama, o qual apresentou resultado semelhante aos controles sem intervenção (SILVA et al., 2008).

O efeito desses métodos no controle de salmonelas (SEPT4) em cama também foi avaliado. Os resultados foram igualmente positivos, tanto na avaliação quantitativa quanto qualitativa do agente, mostrando a eliminação total em todos os tratamentos, exceto nas camas controle (SILVA et al. 2009).

Tabela 1. Médias e erros padrão das contagens de salmonela transformadas na escala logarítmica em função dos tratamentos e do dia de tratamento

Dia	Tratamentos			
	Cal	Enleiramento	Cobertura com Lona no aviário	Sem intervenção
0	3,67 ± 0,25	3,80 ± 0,19	3,25 ± 0,12	3,72 ± 0,22
3	1,30 ± 0,59	0,00 ± 0,00	0,41 ± 0,41	2,03 ± 0,48
6	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,17 ± 0,17
9	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
12	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

Tabela 2. Porcentagens de salmonela resultante dos exames qualitativos por repetições/tratamento

Dia	Tratamentos				P*
	Cal	Enleiramento	Cobertura com Lona no aviário	Sem intervenção	
0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
3	100,0	50,00	66,67	100,0	0,1107
6	83,33	0,00	0,00	100,0	<0,0001
9	66,67	16,67	16,67	83,33	0,0549
12	0,00	0,00	0,00	50,00	0,0395

*Níveis descritivos de probabilidade do teste exato de Fisher.

Esses resultados mostram que o intervalo de doze dias entre lotes é necessário, e que o efeito dos tratamentos na redução de patógenos não será o mesmo quando este período for reduzido. Na prática, sabe-se que a dificuldade de aquisição de material de cama em determinadas épocas e regiões, bem como preço elevado do material e demandas de mercado, podem levar a uma redução no intervalo entre lotes, porém os resultados mostram claramente o impacto dessa alteração sobre o efeito dos tratamentos. Assim sendo, recomenda-se manter o intervalo de, no mínimo, doze dias. Além dos patógenos já estudados, muitos são os organismos indesejáveis que devem ser controlados na produção e seus resíduos e agir preventivamente e a opção mais adequada.

Impacto ambiental na prática de reuso de cama

O impacto econômico decorrente da troca da cama de cada lote de frangos, comparada a prática de reutilização é bastante evidente. Entretanto, além das questões sanitárias e econômicas da reutilização da cama de aviário, a questão ambiental também é preponderante do ponto de vista de sustentabilidade da produção. A cama de aviário é um resíduo da produção avícola e, como tal, deve receber tratamento e destino adequado reduzindo ou evitando impacto negativo ao meio ambiente.

A cama não tratada disposta no ambiente, propiciará a criação de insetos como moscas, os quais poderão atuar como vetores e reservatório de patógenos, disseminando-os no ambiente (PAIVA, 2005). O destino inadequado da cama pode poluir demasiadamente o ambiente natural, pois os frangos são criados em áreas de alta densidade populacional gerando grande volume deste resíduo em áreas específicas e o transporte a grandes distâncias é, muitas vezes, inviável. A aplicação contínua da cama em áreas já saturadas dos nutrientes nela contidos poderá resultar em poluição local, incluindo os mananciais aquáticos da região. Estes aspectos são substancialmente reduzidos quando compara-se a troca de cama a cada lote de aves com a prática de reutilização por até seis lotes de frangos na mesma cama.

Outro aspecto ambiental a ser considerado é o custo de produção da maravalha nova, caso seja trocada a cama a cada lote. Marcolin (2006) estimou este impacto, considerando a necessidade de maravalha para a avicultura brasileira no ano de 2005 utilizando-se a cama por um lote e para seis lotes de aves, conforme demonstrado na Figura 2.

Itens	Troca de cama	Troca de cama
Nº de Lotes	01 Lote	6 Lotes
m ³ Lenha/Maravalha/Ano	90.274.804	15.045.800
m ³ Maravalha/Ano	234.714.490	39.119.081
Necessidade de terra(Ha) disponível c/ eucalipto (sete anos)	300.916	50.152
Nº de árvores a serem cortadas/ano	114.250.000	19.041.666
% área agrícola do Brasil c/ eucalipto	0,68	0,11
% ocupação da área de milho c/ eucalipto	3,35	0,55

Fonte: Marcolin, 2006.

Esta importante abordagem do aspecto ambiental da produção de maravalha, em geral menos comentada do que o potencial impacto poluente da cama como resíduo da produção, dependendo do tratamento e destino deste, merece destacada consideração, especialmente em regiões de alta concentração de produção de frangos. O impacto da produção de maravalha deve, então, ser contextualizado para cada região demandante, considerando seu reflexo nas demais condições agrônômicas e sócio-econômicas da área em questão.

Considerações finais

A cama de aviário, enquanto resíduo da produção avícola, pode apresentar diversas conotações, dependendo do tratamento e destino desse resíduo. Os aspectos sanitários são preponderantes tanto no que diz respeito ao uso como cama na produção animal quanto a sua utilização como fertilizante agrônômico, para os quais torna-se imprescindível a adoção de métodos eficientes de tratamento para controle de patógenos. A reutilização de cama aviária para mais de um lote de frangos é uma prática viável e segura desde que sejam oriundas de lotes de aves saudáveis e sejam submetidas a tratamentos adequados para controle de patógenos e contaminantes. A avaliação da reutilização de cama de aviário, sem considerar seus aspectos sanitários, econômicos e ambientais, seria ferir os princípios básicos da sustentabilidade da produção.

Referências

ABREU, P.G. de; PAIVA, D.P. de. **Uso de lança chamas na avicultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Folder, 2p. 2008.

AMIT-ROMACH, E.; SKLAN, D.; UNIL, Z. Microflora ecology of the chicken intestine using 16S ribosomal DNA primers. **Poultry Sciences**, v. 83, p. 1093-1098. 2004.

AVILA, V. S. de; JAENISH, F. R. F.; PIENIZ, L. C.; LEDUR, M. C.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, P. A. V. de. **Produção e manejo de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 1992. p.11. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Documentos, 28).

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.

BARKER, K. J.; PURSWELL J. L.; DAVIS, J. D.; PARKER, H. M.; KIDD, M. T.; MCDANIEL, C. D.; KIESS, A. S. Distribution of Bacteria at Different Poultry Litter Depth International. **Journal of Poultry Science**. v. 9, n. 1, p. 10-13, 2010.

BUSH, D. J.; POORE, M. H.; ROGERS, G. M.; ALTIES, C. Effecting of stacking method on Salmonella elimination from recycled poultry bedding. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 571-578, 2007.

CARR, L. E.; MALLINSON, E. T.; TATE, C. R.; MILLER, R. G.; RUSSEK-COHEN, E.; STEWART, L. E.; OPARA, O. O.; JOSEPH, S. W. Prevalence of Salmonella in broiler flocks: effect if litter water activity, house construction and watering devices. **Avian Diseases**, v. 39, p. 39-44, 1995.

CESTARI, M. Aspectos sanitários e econômicos da reutilização de cama aviária. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7, 2006. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 136-148.

FIORENTIN, L. Reutilização da cama na criação de frangos de corte e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2005. p.23. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Documentos, 94).

FIORENTIN, L. Processos de tratamento para reutilização de cama de aviário: aspectos bacteriológicos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p.17-24.

GIAMBRONE, J. J.; FAGBOHUN, O.; MACKLIN, K. S. Management practices to reduce infectious laryngotracheitis virus in poultry litter. **J. Appl. Poult. Res.** v. 17, p. 64-68, 2008.

HAAPAPURO, E. R.; BARNARD, N. D.; SIMON, M. Review-animal waste used as livestock feed: dangers to human health. **Preventive Medicine**, v. 26, p. 599-602. 1997.

IVANOV, I. E. Treatment of broiler litter with organic acids. **Research in Veterinary Science**, v. 70, p. 169-173. 2001.

JEFFREY, J. Inactivation of bacteria in stacked poultry litter. USPEA Final Report. University of California-Davis. Davis, CA, USA, 8 p. 2001.

JEFFREY, J. S.; KIRK, J. H.; ATWILL, E. R. Y.; CULLOR, J. S. Research notes: prevalence of selected microbial pathogens in processed poultry waste used as dairy cattle feed. **Poultry Sciences**, v. 77, p. 808-811. 1998.

LINE, J. E.; BAILEY, J. S. Effect of on-farm acidification treatments on *Campylobacter* and *Salmonella* populations in Commercial Broiler Houses in Northeast Georgia. **Poultry Sciences**, v. 85, p. 1529-1534. 2006.

MACKLIN K. S.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F. In-house windrow composting and its effects on foodborne pathogens. **J. Appl. Poult. Res.** v. 17, p. 121-127, 2008.

MARCOLIN, S. Processos de tratamento para reutilização de cama de aviário: Aspectos econômicos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 25-31.

NANDI, S.; MAURER, J. J.; HOFACRE, C.; SUMMERS, A. O. Gram-positive bacteria are a major reservoir of class 1 antibiotic resistance intergrons in poultry litter. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 101, p. 7118-7122. 2004.

PAIVA, D. P. Manejo da cama após a retirada do aviário para evitar a criação de moscas. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2005. 2p. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Instrução Técnica para o Avicultor, 23).

PAYNE, J. B.; OSBORNE, J. A.; JENKINS, P. K.; SHELDON, B. W. Modeling the growth and dead kinetics of *Salmonella* in poultry litter as a function of pH and water activity. **Poultry Sciences**, v. 86, p. 191-201. 2007.

PATRICK, M. E.; CHRISTIANSEN, L. E.; WAINO, M.; ETHELBERG, S.; MADSEN, H.; WEGENER, H. C. Effects of climate on incidence of *Campylobacter* spp. in humans and prevalence in broiler flocks in Denmark. **Applied Environmental Microbiology**, v. 70, p. 7474-7480, 2004.

REHBEGER, T. **Controlling litter microorganisms**. E-Digest, v. 2, p. 1-7. 2002.

REZENDE, C. L. E. de.; MALLINSON, E. T.; GUPTE, A.; JOSEPH, S. W. *Salmonella* spp. are affected by different levels of water activity in closed microcosms. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 26, p. 222-225. 2001.

SILVA, V. S.; VOSS, D.; COLDEBELLA, A.; BOSETTI, N.; ÁVILA, V. S. Efeito de tratamentos sobre a carga bacteriana de cama de aviário reutilizadas para frangos de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007, 10p. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Comunicado Técnico, 467).

SILVA, V. S.; VOSS, D.; ALVES, L.; PADILHA, A. O. P.; FAVERI, J. C.; COLDEBELLA, A.; KRAMER, B. Efeito de tratamentos de cama aviária na sobrevivência de *Salmonella Enteritidis* fagotipo 4. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, 2009. Trabalhos de Pesquisa. 1 CD-ROM.