

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 10 (5)

October 2017

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=362&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



Manejos para reutilização da cama aviária

Management for reuse of avian bed

L. Staub, T. V. Souza, A. P. S. Ton

MBA em Avicultura Industrial - DIDATUS Pampulha Treinamento Ltda.
Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Sinop

Author for correspondence: thiagov_souza@hotmail.com

Resumo. Com o aumento da tecnologia e da produção de frango de corte é necessário o desenvolvimento de alternativas para minimizar a produção de resíduos despejados no meio ambiente. O objetivo dessa revisão de literatura foi identificar os pontos críticos da cadeia produtiva e buscar alternativas para o uso, reuso e possíveis processamentos tecnológicos da cama de frango. Foi possível concluir que devido a alta concentração de nutrientes, a cama de frango pode ser utilizada para geração de energia ou como adubo, podendo mitigar o impacto ambiental da avicultura desde que se realize o adequado planejamento, zoneamento e capacitação de todo o pessoal envolvido na criação das aves e no manejo de seus resíduos.

Palavras-chave: Avicultura de corte; Cama de frango; Resíduos; Produção animal

Abstract. With the increase of the technology and the production of chicken of cut is necessary the development of alternatives to minimize the production of waste dumped in the environment. The objective of this literature review was to identify the critical points of the production chain and to seek alternatives for the use, reuse and possible technological processing of the chicken bed. It was possible to conclude that due to the high concentration of nutrients, the chicken litter can be used for energy generation or as fertilizer, and can mitigate the environmental impact of the poultry provided that the adequate planning, zoning and training of all personnel involved in the and the management of their waste.

Keywords: Poultry, Chicken litter, Residues, Animal husbandry

Contextualização e análise

A atividade avícola tem se caracterizado no período atual pela produção de frangos de corte cada vez mais precoce, constituindo-se desta forma como um dos ramos de produção animal com o maior desenvolvimento e progresso tecnológico.

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango do mundo. A produção de carne de frango chegou a 12,230 milhões de toneladas em 2010, em um crescimento de 11,38% em relação a 2009, quando foram produzidas 10,980 milhões de toneladas. (UBABEF, 2010).

Com este desempenho o Brasil se aproxima da China, hoje o segundo maior produtor mundial, cuja produção de 2010 teria somado 12,550 milhões de toneladas, abaixo apenas dos Estados Unidos, com 16,648 milhões de toneladas,

conforme projeções do Departamento de Agricultura dos EUA. (UBABEF, 2010).

Esse enorme desenvolvimento está amparado principalmente nos avanços da genética, nutrição, sanidade e manejo que constituem a moderna avicultura de corte.

Com o aumento crescente da produção avícola, o nível dos impactos negativos no meio ambiente é ampliado com o aumento do volume de dejetos eliminados nas granjas bem como por ocasião do abate e industrialização.

Hoje, os produtores rurais precisam conciliar a produtividade à preservação ambiental, embora tenham sempre enfrentado inúmeras dificuldades para manter-se na atividade. O destino ambientalmente correto dos resíduos da avicultura vem exigindo do produtor investimentos, além de atenção.

Porém, é constante a busca de formas e alternativas que possam colaborar na redução de custos de produção, sem prejudicar é claro, o desempenho zootécnico da criação.

Neste sentido, tem-se verificado a necessidade de maiores estudos relacionados com o manejo adequado, principalmente com a qualidade da cama e o destino ambientalmente correto deste subproduto.

O principal resíduo obtido após o período de alojamento é a cama de frango, um substrato colocado no piso dos galpões avícolas, com o objetivo de proporcionar um melhor conforto às aves através do isolamento do piso, absorção da umidade das excretas, tornando-se uma fonte rica em nitrogênio não protéico. (SORBARA et al., 2000).

Cama é todo material distribuído sobre o piso de galpões para servir de leito às aves (PAGNANI, 2004), sendo uma mistura de excreta, penas de aves, ração e o material utilizado sobre o piso.

Um bom substrato para cama de frango deve ser de material macio, isolante térmico, com alta capacidade de absorção e liberação de umidade, tamanho médio de partículas, baixo custo e fácil obtenção. (NOLL, 1992).

Na mesma proporção que a produção de frangos aumenta, maiores quantidades de cama são geradas e é notória a necessidade de se pensar em possibilidade de manejo e de um destino deste resíduo a fim de diminuir os impactos por este causados.

A cama de frango foi fornecida para ruminantes por muito tempo, porém, devido aos problemas sanitários ocorridos na Europa em 2001, como a encefalopatia espongiforme bovina, o Ministério da Agricultura publicou uma Instrução Normativa (MAPA, 2001), proibindo entre outros, a comercialização da cama de frango com a finalidade de alimentação para ruminantes.

O veto à cama de frango como alternativa de alimentação para bovinos decorre da constatação de que a presença da proteína animal, na ração, tem sido o principal vetor da disseminação pelo mundo da encefalopatia espongiforme bovina, popularmente conhecida como “o mal da vaca louca”. A ingestão de cama de frango pode consistir também em surtos de botulismo, que geram perdas aos produtores e causam riscos a saúde humana.

Com esta proibição, o destino para a cama de frango tornou-se mais restrito, sendo necessário maiores pesquisas com objetivo de estudar alternativas para o aproveitamento deste resíduo.

A hipótese do presente trabalho é a revisão das metodologias utilizadas para a utilização/reutilização de cama, podendo estas serem capazes de reduzir os impactos ambientais por ela provocados.

Cama de frango

A cama pode ser constituída por várias fontes, mas as principais são maravalha de madeira, pó de serra, palha de arroz, casca de café, casca de amendoim, bagaço de cana, feno, polpa de citrus, entre outras. Porém, a mais aceita e recomendada ainda é a maravalha de pinus, por ser um material com alta capacidade de absorção e secagem, com boa condição microbiológica e facilidade de manejo. Materiais como subprodutos agroindustriais, restos de culturas e fenos de gramíneas têm sido avaliados quanto ao seu potencial para utilização como cama de frango e para se verificar o efeito dos diferentes tipos de cama sobre o peso ao abate e rendimentos de carcaça.

Considera-se como cama de frango o material de origem vegetal que possa ser usado para forrar o piso do aviário. A espessura da cama deve variar de 0,05 a 0,10m de altura com 0,6 a 1,2cm à espessura de partícula, a qual receberá restos de ração, excrementos, penas e descamações da pele. (STEPHENSON et al., 1990). Seu uso também tem a finalidade de proporcionar conforto às aves, controlando o nível de umidade, a produção de pó e amônia, a exposição a agentes transmissores de doenças e prevenir a proliferação de insetos (ÂNGELO et al., 1997). Sua composição depende do tipo de alimentação das aves, substrato utilizado e método de controle de pragas. (VAN DER WATT et al., 1994).

Segundo Kelleher et al. (2002), a composição da cama e dejetos é predominantemente de água e carbono (C) com menores quantidades de nitrogênio (N) e fósforo (P) e leves traços de cloro (Cl), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e arsênico (As). Algumas características químicas e físicas da cama de frangos resultante de um lote são sumarizadas na Tabela 1. (GUERRA-RODRIGUEZ et al., 2001).

A cama de frango varia em sua composição e características físicas entre os aviários e entre as granjas e diferentes regiões (DAO e ZHANG, 2007). Essa variabilidade se deve às diferenças na quantidade e tipo do material da cama, número de lotes de frangos produzidos na cama, do sistema de bebedouros, da quantidade de sujidades, do método de limpeza e armazenamento (JACOB et al., 1997;).

Neste sentido, Ávila et al. (1992,) sugeriram que para a seleção de uma boa cama é importante que o material a ser utilizado apresente algumas características tais como baixo custo e alta disponibilidade, ter capacidade de amortecimento, baixa condutividade térmica, liberar facilmente para o ar a umidade absorvida e ser de tamanho médio (material picado ou triturado). Vários pesquisadores têm desenvolvido trabalhos avaliando a potencialidade do uso de materiais como cama, mas em geral, os resultados zootécnicos não são

significativamente alterados, entretanto há maior dificuldade em se manter a cama em boas condições. (PAGANINI, 2004).

Segundo Ávila et al. (1992), a maravalha é um material constituído por partículas de tamanho aproximado de 3cm, produzida pelo beneficiamento de madeiras como pinheiro, pínus, bracatinga, canela, cedro, etc., e apresenta bom poder de absorção, que pode variar de um tipo de madeira para outro. A disponibilidade acompanha a

demanda das regiões de indústrias madeireiras e campos de reflorestamento.

Já o feno de gramíneas como coast cross, braquiária, colômbio, capim Rhodes, gordura e demais gramíneas utilizadas para pastagem tem alta disponibilidade e são facilmente produzidos sempre que necessários. Como são secos, apresentam boa absorção e proporcionam conforto às aves em razão de sua alta capacidade de amortecimento.

Tabela 1 – Caracterização química e física de dejetos de frango.

Composição Físico Química	Teores
Conteúdo de matéria orgânica (% matéria seca)	85,38
pH	8,8
Umidade (% peso úmido)	48,69
Nitrogênio total (% peso seco)	3,56
Nitrogênio inorgânico (% peso seco)	1,74
Nitrogênio amoniacal (% peso seco)	1,76
Conteúdo celular orgânico/porção de nitrogênio	10,89
Conteúdo total de carbono/porção de nitrogênio	12,24
P ₂ O ₅ (% peso seco)	0,71
K ₂ O (% peso seco)	3,79

Fonte: Guerra-Rodriguez et al. (2001).

A casca de amendoim é um material que apresenta propriedades absorventes, de boa compressão e homogeneidade, restringindo-se o uso, no caso de excesso de umidade, pois pode vir a apresentar contaminação pelo fungo *Aspergillus flavus* ou *Aspergillus fumigatus*, levando as aves a um quadro de aspergilose. (NEME et al., 2000).

A casca de arroz é um material encontrado como resíduo em moinhos beneficiadores de arroz. Ela apresenta restrição quanto ao seu uso devido à baixa capacidade de absorção e por ser composta de partículas pequenas que podem ser ingeridas em demasia com riscos de intoxicação.

O confinamento total, sistema de exploração avícola predominante, com altas densidades, gera um volume considerável de dejetos que contaminam o ambiente pela excreção excessiva de nitrogênio, fósforo e microminerais (zinco e cobre). A maior preocupação de pesquisadores, técnicos e produtores, têm sido quanto ao tratamento e destino adequado desses dejetos e os mesmos buscam soluções para reduzir o impacto ambiental desses resíduos.

Atualmente, as formas mais utilizadas para minimizar este problema é a utilização da cama como fertilizante. A criação de frango de corte produz em média quatro toneladas de cama por ano

para cada 1.000 aves (KONZEN, 2003), é um volume significativo que pode afetar negativamente o meio ambiente. Considerando-se que a quantidade média de cama produzida com diferentes tipos de material é de 2,12 kg.ave-1 (ÂNGELO et al., 1997), há uma produção de cerca de 5,7 milhões de toneladas de cama de frango por ano.

Apesar de proibida atualmente, a cama de frango foi utilizada em larga escala na alimentação animal como alternativa de substituição ao farelo de soja, pois possui alta disponibilidade e baixo preço de aquisição, valor nutritivo como suplemento protéico, além de níveis apreciáveis de macro e microminerais. O teor de proteína bruta pode chegar até 28%, dos quais 45% estão na forma de nitrogênio não protéico e 41% na forma de aminoácidos. Dos aminoácidos presentes, a glicina aparece em maior porcentagem, encontrando-se a arginina, lisina e metionina em quantidades menores. (FONTENOT e WEBB, 1974). No entanto, esse tipo de material teve seu uso restringido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da Instrução Normativa nº 15 datada de 17 de julho de 2001, que proibiu o uso de produtos de origem animal na alimentação animal.

Segundo Silva et al. (2006), outro aspecto que também vem sendo considerado é a modificação da dieta da ave, com o objetivo de reduzir a excreção de elementos poluentes, por meio do fornecimento de dietas mais balanceadas e do uso de aditivos em rações (enzimas, por exemplo) para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes contidos nos alimentos pelos animais, evitando o impacto ambiental da excreção excessiva, sobretudo de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, entre outros.

A reutilização da cama de frango consiste na utilização de um substrato para forração do piso do aviário durante vários ciclos de alojamento das aves. Ela tem sido uma importante forma de driblar dificuldades de disponibilidade de materiais para forração do piso do aviário. Para que seu uso seja viabilizado é necessário que se faça a fermentação da cama a fim de diminuir a carga microbiológica de acordo com as exigências internacionais, otimizando sua utilização, permitindo o bom desempenho do lote para exportação.

A reutilização da cama é uma alternativa viável para diminuir o impacto ambiental provindo do acúmulo deste resíduo, além de favorecer regiões em que há escassez do material base e dificuldade para vender a cama após a saída dos animais. Outras razões para a reutilização da cama são: custo para aquisição do material; mão-de-obra para retirar a cama do galpão, aliada à tentativa de diminuir o tempo ocioso das instalações; diminuição da atividade madeireira, tornando escassa a oferta de maravalha e adaptação às épocas do ano para disponibilidade dos materiais. (PAGANINI, 2004).

A cama de frango, para ser viável economicamente, é reutilizada por vários lotes. No entanto, a reutilização da cama em lotes sucessivos dificulta a desinfecção do ambiente alterando a qualidade microbiológica do sistema de produção. (WALTER, 2000). Este fator pode contribuir para a prevalência de microrganismos no ambiente, como a *Salmonella* sp. (CHERNAKI-LEFFER et al., 2002). Por esta razão, faz-se necessário desenvolver e implementar produtos e manejos que reduzam a contaminação dos animais e alimentos consumidos pelo homem.

As restrições técnicas à reutilização de cama na criação de frango vêm, progressivamente, cedendo espaço à bem sucedida adoção do método por muitos criadores. Reutilizar cama, entretanto, não significa desconhecimento dos riscos associados ao método, ou desatenção aos cuidados de limpeza e desinfecção das instalações. (JORGE et al., 1990).

A grande dúvida quanto ao período ou número de lotes em que seria possível reutilizar a mesma cama está mais relacionada ao aspecto sanitário. Não é recomendável reutilizar a cama quando o lote anterior passou por algum desafio sanitário relevante. Nesse caso, a limpeza, a desinfecção do galpão, o vazio sanitário e a

colocação de cama nova são processos fundamentais antes de alojar novo lote.

Segundo Lien et al. (1992); Malone (1992) e Brake et al. (1993), a cama pode ser reutilizada de 1 a 6 vezes sem que haja diferenças significativas no que se refere à mortalidade, ganho de peso, consumo de ração, eficiência alimentar e qualidade das carcaças.

Estudos mostram que a cama reutilizada não se revelou prejudicial às aves, ao contrário, evidenciou propriedades benéficas para os plantéis, visto que os lotes nelas criados apresentavam problemas sanitários menos freqüentes, menor mortalidade e índices zootécnicos de produtividade, em muitos casos similares ou mesmo superiores aos observados nos lotes criados em cama nova. (JORGE, 1990).

Segundo Fiorentin (2005), lotes criados a partir da segunda cama são mais produtivos, provavelmente se deva à maior imunidade adquirida para coccidiose, estimulada desde o início do alojamento e, em menor grau, relacionada a imunidade para outras enfermidades, devido às cepas vacinais ou de baixa virulência que permanecem no galpão. Outro fator importante é que camas reutilizadas permitem o contato dos pintos com bactérias remanescente na cama do lote anterior, facilitando a composição precoce de sua microbiota intestinal com bactérias de origem fecal e não somente com aquelas oriundas da água e da ração.

Santos (1997), constatou que há diminuição significativa na produção de resíduos na granja quando se reutiliza a cama. Segundo a autora, o coeficiente de resíduo no qual se criou um lote foi de 0,521 kg de matéria seca (MS) de cama/kg de peso vivo de ave, e para dois lotes 0,439 kg de MS de cama/kg de peso vivo de ave, indicando que uma reutilização pode diminuir o coeficiente de resíduo (produção de cama) em aproximadamente 16%.

Na Tabela 2, Santos et al. (2005), ao estudarem alguns parâmetros de avaliação da produção de cama sobre a reutilização da cama de dois lotes de frango e sobre a densidade populacional de frangos, observaram que houve um aumento significativo ($P < 0,01$) na matéria seca das camas de frango com o aumento da densidade populacional das aves e com a reutilização da cama, provavelmente devido à maior deposição de detritos acrescentados pelas aves. Porém ao avaliarem o coeficiente de resíduo, observaram que houve uma redução de 35% com a reutilização da cama ($P < 0,01$). Confirmando que a reutilização de cama além de reduzir os custos com aquisição de cama nova, reduz a degradação ambiental.

Segundo Kelleher et al. (2002), existem algumas formas de tentar reduzir a carga microbiológica de camas reutilizadas, sendo elas: digestão anaeróbia, compostagem e combustão direta.

Tabela 2: Produção de cama: matéria natural (Kg), matéria seca (Kg) e umidade (%) nas diferentes densidades, após os dois lotes de criação.

Lote	Densidade (aves/m ³)	MN (kg)	Umidade (%)	MS (kg)	MS/ave (kg)	DA (kg MS)	Cr
1 ^o	10	107,825	28,84 c	76,556 c	1,727 ax	0,949 bx	0,730 a
	16	137,363	33,20 b	91,366 b	1,349 bx	0,839 bx	0,600 b
	22	170,525	39,03 a	103,511 a	1,124 cx	1,124 ax	0,509 c
		138,571	33,72 A	90,478 B	1,400 A	0,970 A	0,612 A
2 ^o	10	132,500	21,33 c	104,062 c	1,205 ay	1,023 ax	0,475 a
	16	164,313	28,12 b	118,094 b	0,992 by	0,874 bx	0,394 b
	22	199,838	38,24 a	123,211 a	0,774 cy	0,689 cy	0,332 c
		165,55	29,26 B	115,123 A	0,990 B	0,862 B	0,400 B

Em cada coluna, médias seguidas de letra minúscula (maiúscula) comum, não diferem pelo teste de Tukey a 5%; MN: matéria natural; MS: matéria seca; DA: detritos acrescentados pelas aves; Cr: coeficiente de resíduos acumulado
Fonte: SANTOS et al. (2005)

Tecnologias de tratamento de cama

A compostagem é um processo biológico no qual os dejetos orgânicos são estabilizados sob condições controladas e convertidos em um produto que pode ser utilizado como um condicionador do solo e um fertilizante orgânico. (BRAKE, 1992; HAGA, 1999). Ela visa acelerar a decomposição do material orgânico desde que se tenham condições ótimas para o desenvolvimento microbiano. Basicamente, a temperatura, aeração, umidade, relação carbono:nitrogênio (C/N) e nutrientes são os fatores que mais interferem nesse processo. (COSTA et al., 2005).

Segundo Sweeten (1998), a compostagem é um processo relativamente rápido de biodegradação, levando de 4 a 6 semanas para estabilização do material, dependendo da finalidade que se pretende utilizá-lo. Como no Brasil o vazio sanitário entre lotes é de duas semanas, o que acaba ocorrendo é uma compostagem incompleta. Sweeten (1998), afirma que o material resultante da compostagem é inodoro, possuindo uma textura fina, com baixa umidade, podendo ser utilizado como fertilizante. O composto resultante é de fácil manejo e livre de patógenos. Como desvantagem se tem a perda de nitrogênio e outros nutrientes durante a compostagem, o custo dos equipamentos, odor e local apropriado para a realização da mesma.

Esse processo melhora a característica de estocagem e manejo dos dejetos para redução do volume, peso, diminuindo a carga patogênica, sementes de plantas daninhas, reduzindo odores indesejados (TIQUIA e TAM, 1998), e estabilizando os nutrientes e a matéria orgânica do mesmo. (MICHEL et al., 1996; TIQUIA et al., 2000). Contudo, um dos maiores efeitos negativos da

compostagem de dejetos de origem animal é a perda de nitrogênio através da volatilização da amônia (NH₃), o que reduz o valor fertilizante dos dejetos quando utilizados na agricultura, constituindo uma importante perda econômica.

A umidade e a relação C/N são importantes para o sucesso do processo de compostagem. Uma baixa relação C/N favorece a liberação de amônia (GRAY et al., 1971). Uma relação C/N maior que 75%, inibe o início do processo de compostagem.

A porcentagem de matéria seca da cama tem grande influência na taxa de decomposição do mesmo e a tendência à estabilização do material junto com a liberação de calor durante o processo leva à evaporação da água presente na cama.

Rynk et al. (1991), encontraram que a taxa de umidade deve ser mantida entre 40 e 60% para a compostagem, enquanto que Fernandes et al. (1994) recomendam uma taxa umidade de 73 a 80% para iniciar o processo de compostagem.

Analisando os resultados de tratamentos de cama de frango utilizando a compostagem, digestão anaeróbia e combustão direta, Kelleher et al. (2002) afirmaram que tais tecnologias aumentam a utilidade da cama como fonte de energia e nutrientes para o uso na agricultura. Por outro lado, essas tecnologias podem ocasionar alguns problemas como a geração do gás amônia, alterações nos níveis de pH, temperatura e umidade da cultura que recebe a cama.

Em seu estudo, Kithome et al. (1999), mensuraram a volatilização de amônia durante a compostagem de cama de frango e avaliaram o potencial de aditivos para redução da emissão de NH₃. Dentre os aditivos utilizados estão o zeólito, gesso, fibra de coco, cloreto de cálcio (CaCl₂),

sulfato de cálcio (CaSO₄), cloreto de magnésio (MgCl₂), sulfato de magnésio (MgSO₄) e sulfato de alumínio (Al₂(SO₄)₃). A compostagem, segundo o autor, demora de 49 a 56 dias. A volatilização de NH₃ em camas não tratada foi de 47% a 62% do total de dejetos. Os melhores tratamentos encontrados para redução da volatilização de amônia foi o zeolito (38% de volatilização) e a fibra de coco (33%), durante a compostagem da cama.

A Agência Americana de Proteção Ambiental especifica que operações de compostagem devem atingir a temperatura mínima de 55°C por três dias consecutivos de fermentação da cama, sendo que para a cama enleirada devem ser atingidas temperaturas maiores que 55°C por no mínimo 15 dias. (US-EPA, 2003).

Em estudo realizado por Kwak et al. (2005), sobre o processo de compostagem da cama de frango por amontoamento (1,2m de altura) na eliminação de *E. coli*, *Salmonella enteritidis* e *Shigella sonnei*, as bactérias patogênicas foram eliminadas entre o segundo e quarto dia de enleiramento e a maior temperatura encontrada foi de 62°C, no sexto dia de fermentação.

O tratamento de cama pelo método de compostagem foi reconhecido como uma maneira eficaz de solucionar parcialmente a crescente preocupação com dejetos sólidos. (OGUNWANDE et al., 2008).

A conversão de matéria orgânica em energia pode ser consumada através de vários processos, dependendo do material e do tipo de energia desejada. Entretanto, a digestão anaeróbia provavelmente seja o processo mais viável para conversão de esterco em energia, e em alguns casos, além da digestão anaeróbia, a combustão direta é outra alternativa viável.

A biodigestão anaeróbia representa importante papel, pois além de permitir a redução significativa do potencial poluidor, trata-se de um processo no qual não há geração de calor e a volatilização dos gases, considerando-se pH próximo da neutralidade, é mínima, além de se considerar a recuperação da energia na forma de biogás e a reciclagem do efluente. O biogás tem sido utilizado com frequência, principalmente na Europa, em substituição ao gás natural que tem se tornado de difícil obtenção.

De acordo com Lucas Jr.(2000), dentro dos biodigestores anaeróbios, bactérias fermentam a matéria orgânica sob condições estritamente anaeróbias, isto é, sem a presença de oxigênio, e produzem o gás que é utilizado como fonte de energia, que além de substituir os combustíveis fósseis, diminui o impacto ambiental gerado pela utilização dos mesmos e reduz a emissão de metano e dióxido de carbono no ambiente.

Além do biogás, o processo de biodigestão anaeróbia produz o biofertilizante, matéria orgânica do resíduo, que quando aplicada ao solo aumenta sua capacidade de retenção de umidade, aumenta a

aeração, e contribui para introdução de bactérias, protozoárias e alguns minerais necessários para as plantas.

Para um desenvolvimento econômico atrativo a partir da digestão da biomassa de resíduos animais, é necessário que haja compatibilidade das propriedades físicas e químicas do resíduo com o projeto de biodigestor considerado. Assim, se faz importante entender os princípios de operação da maioria dos biodigestores para ajudar na seleção e planejamento do modelo de tratamento a partir da biodigestão anaeróbia. A importância deste conhecimento está relacionada à elevada produção de metano e às taxas de produção de biogás, que são dependentes da relativa contribuição do resíduo e custo do biodigestor para o custo final do biogás. (SANTOS, 2001).

A conversão biológica da cama de frango em biogás vai depender de vários fatores, tais como: tipo de ração, estação do ano, densidade de alojamento das aves, tipo de substrato de cama, nível de reutilização da cama e características das excretas das aves.

Sugere-se que a reutilização da cama de maravalha, além de ser benéfica ao meio ambiente, pois menor quantidade de substrato será consumida e menor quantidade de resíduo será gerada, também é vantajosa quando objetiva-se a produção de energia.

O biogás produzido nos biodigestores é constituído basicamente de 60% a 70% de metano (CH₄) e de 30% a 40% de dióxido de carbono (CO₂), além de traços de O₂, N₂, H₂S, etc.. A composição do biogás irá depender do resíduo que alimenta o biodigestor e também das condições de operação. Fatores como a temperatura, pH e pressão no interior do biodigestor, podem alterar a composição do gás levemente. (SANTOS, 2001).

O metano tem um poder calorífico de 9.100 kcal/m³ a 15,5 °C e 1 atm, sua inflamabilidade ocorre em misturas de 5% a 15% com o ar. Já o biogás, devido à presença de outros gases que não o metano, possui um poder calorífico que varia de 4.800 a 6.900 kcal/m³. Em termos de equivalente energético, 1 L de gasolina corresponde a 1,3 a 1,9 m³ de biogás, enquanto 1 L de óleo diesel equivale a 1,5 a 2,1 m³ de biogás. (KIRB e BILJETINA, 1987).

A cama de aviário está sendo produzida em grande quantidade, devido ao crescente aumento da avicultura de corte nos últimos anos, como base, principalmente, na tecnologia dos galpões, o que significa maior dependência energética e econômica destes sistemas (GIROTTI e ÁVILA, 2003; ÁVILA, MAZZUCO e FIGUEIREDO, 1992).

O biogás produzido a partir da biodigestão da cama de frango pode ser utilizado para o aquecimento dos pintinhos bem como substituir a energia elétrica.

A Figura 1, mostra o ciclo da produção de biogás, a partir da cama de frango, evidenciando a

importância econômica, social e ambiental deste processo para avicultura.

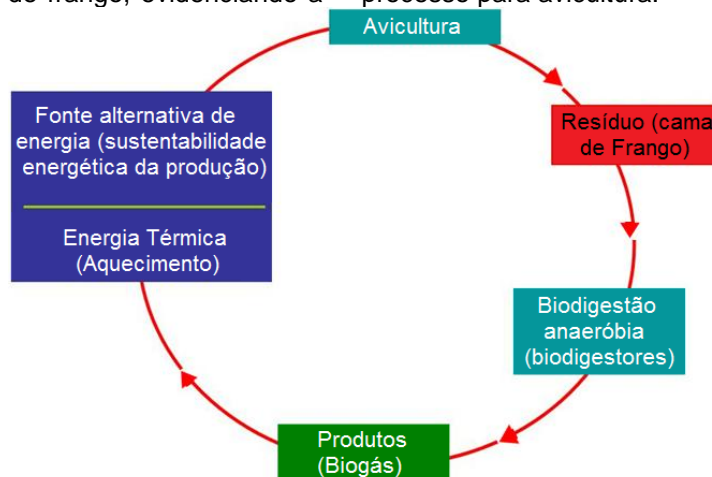


Figura 1 - Ciclo da produção de biogás, a partir da cama de frango.

Em termos ambientais a utilização do biogás representa uma melhoria global no rendimento do processo. Como, em geral, o biogás é um resíduo do processo de decomposição da matéria orgânica, os benefícios atribuídos a sua utilização estão vinculados ao tipo de aproveitamento a que ele será destinado. As duas principais alternativas para o aproveitamento energético do biogás são a conversão em energia elétrica e o aproveitamento térmico. (FISHER et al. 1979).

Quando convertido em energia elétrica, as vantagens da utilização do biogás estão relacionadas às emissões evitadas pela geração de energia elétrica utilizando uma fonte renovável, à eficiência dos sistemas de conversão e à redução da dependência de energia da rede, diminuindo a sobrecarga local. (OLIVEIRA e RIBEIRO, 2006).

O biogás é composto, em sua maior parte, por dois gases: o metano (CH₄), que é o constituinte energético, e o dióxido de carbono (CO₂), visto que cerca de 95% em volume do mesmo é constituído por estes dois gases. (AZEVEDO NETTO, 1961; VAN HAANDEL e LETTINGA, 1994; SILVA et al., 2005).

O aproveitamento energético do biogás, além de contribuir para a preservação do meio ambiente, também traz benefícios para a sociedade, pois promove a utilização ou reaproveitamento de recursos "descartáveis" e/ou de baixo custo, colabora com a não dependência da fonte de energia fóssil, oferecendo maior variedade de combustíveis, possibilita a geração descentralizada de energia, aumenta a oferta de energia, possibilita a geração local de empregos, reduz os odores e as toxinas do ar, diminui a emissão de poluentes pela substituição de combustíveis fósseis, colabora para a viabilidade econômica dos aterros sanitários e Estações de Tratamento de Efluentes, otimiza a utilização local de recursos e aumenta a viabilidade do saneamento básico no país, permitindo o

desenvolvimento tecnológico de empresas de saneamento e energéticas. (OLIVEIRA, 1996; BARRERA, 1993;).

A cama de aviário está sendo produzida em grande quantidade, devido ao crescente aumento da avicultura de corte nos últimos anos. Este crescimento da produção tem como uma de suas bases a alta tecnificação dos galpões, o que significa maior dependência energética e econômica destes sistemas. A biodigestão ou digestão anaeróbia se mostra como uma boa alternativa para o tratamento da cama.

O biogás produzido a partir da biodigestão da cama de frango, pode ser utilizado para o aquecimento dos pintinhos, através de equipamentos onde ocorrerá a queima do biogás e conseqüente produção de calor, fundamental para sobrevivência nas duas primeiras semanas de vida destes animais. Pode também substituir a energia elétrica, como por exemplo, na iluminação (lâmpias), no aquecimento da água (para esterilização de equipamentos, lavagem das instalações, chuveiros, etc.), em fogões, na moagem de grãos, etc.

O uso de cama é um método tão antigo quanto a própria avicultura industrial e, por definição, cama de aviário é um material de origem vegetal utilizado para forrar o seu piso, com uma espessura variando de 5 a 10 cm, o qual receberá restos de ração, excretas, insetos, penas e descamações da pele. A composição, a quantidade e características da cama de frango variam de acordo com o material, densidade, duração do ciclo, número de lotes criados, tempo de armazenagem, além de técnicas de manejo das aves, fatores ambientais e fisiológicos.

Estas variações irão conferir diferentes concentrações de minerais nas camas o que tem influência no processo de biodigestão anaeróbia e na qualidade do biogás e do biofertilizante. Desta forma, o ideal seria uma análise físico-química da

cama para avaliar o potencial de produção de biogás. Como esta análise envolve: a realização de uma amostragem que represente o resíduo a ser digerido, técnica que não é dominada pelos produtores e alguns técnicos e; a proximidade a um laboratório que realize a análise, a fim de viabilizar os custos de transporte. Pode-se utilizar de tabelas com concentrações médias de minerais, disponíveis na literatura.

A avicultura de postura vem crescendo devido à intensificação do setor agropecuário e as instalações convencionais vêm sendo substituídas gradativamente por tecnologias automatizadas, trazendo vantagens para o setor de produção de ovos como o ganho de homogeneidade dos lotes, melhores regularidades nas distribuições das dietas, padronização das classificações dos ovos, aumento do aproveitamento de ovos pela diminuição da quebra e da sujeira, entre outras.

O aumento na produções de ovos por área têm sido possíveis pela maior capacidade de alojamento de aves, resultando em propriedades de maior porte. Consequentemente, a produção de dejetos tem aumentado e seu manejo exige uma frequência diária, diferente dos sistemas convencionais onde os dejetos ficam armazenados sob as gaiolas.

O manejo no sistema automatizado, de baterias verticais, vem hoje substituindo os sistemas convencionais de produções de ovos, onde o distanciamento entre os andares das gaiolas e do solo, presentes no sistema convencional, é substituído por esteiras coletoras de dejetos automatizadas, possibilitando uma estruturação vertical de colunas de gaiolas em maior número por galpão.

Em sistemas convencionais os dejetos permanecem por longo período sob as gaiolas até que sejam retiradas manualmente ou por maquinários específicos, obtendo dejetos mais secos, em menores quantidades, do que os frescos e, em alguns casos, em fase de decomposição avançada e enquanto em sistemas automatizados os dejetos são úmidos e preservam suas características naturais. A produção com base na matéria natural em relação à produção de dejetos diários é maior em sistemas automatizados do que sistemas convencionais.

Muitas são as formas indicadas pra o tratamento e reciclagem desses dejetos, sendo a biodigestão anaeróbia uma alternativa para o tratamento de dejetos de poedeiras criados em diferentes sistemas de produções de ovos, sem levantar demasiadamente o custo.

Dejetos acumulados sob gaiolas diferem suas características dos dejetos provenientes de sistemas automatizados. Existindo assim a possibilidade de haver diferenças quanto ao potencial energético dos dejetos conforme o sistema de produção em que são criadas as aves. Dentro dessa questão é fundamental que se desenvolvam

pesquisas que atendam todas as necessidades de tratamento e reciclagem desses dejetos com custos acessíveis.

Segundo a forma como predomina a criação das galinhas e codornas de postura, sugere-se que os biodigestores que venham a se integrar ao sistema de produção, permitam a operação com cargas diárias, associando-se com a necessidade de maiores rendimentos e menores custos, tecnologias que permitam maiores velocidades na degradação do material orgânico como, aquecimento e agitação do substrato em fermentação.

A biodigestão anaeróbia de dejetos de aves é uma ferramenta importante para reciclagem de resíduos, pois proporciona uma redução nos sólidos totais diminuindo a quantidade de poluentes e microorganismos no solo e na água, produzindo biogás e biofertilizante que pode ser utilizado na propriedade rural. Para isso é necessário é saber o tipo de sistema de criação de aves de postura e as características dos dejetos para utilizar o melhor sistema de biodigestão.

A utilização dos biodigestores no meio rural tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes. O aspecto saneamento surge no instante em que isolam os resíduos do homem e dos animais, proporcionando diminuição de moscas e odores, permitindo também a redução das demandas química e bioquímica de oxigênio e de sólidos, tornando mais disponíveis os nutrientes para as plantas (biofertilizante), encontrando-se em algumas referências a redução de parasitas e patógenos do homem e dos animais. (LUCAS Jr, 2000).

Um biodigestor compõe-se, basicamente, de uma câmara fechada na qual a biomassa (em geral detritos de animais) é fermentada anaerobicamente, isto é, sem a presença de ar. Como resultado desta fermentação ocorrem a liberação de biogás e a produção de biofertilizante. É possível, portanto, definir biodigestor como um aparelho destinado a conter a biomassa e seu produto, o biogás. Como definiu Barrera (1993), o biodigestor, como toda grande ideia, é genial por sua simplicidade. Tal aparelho, contudo, não produz o biogás, uma vez que sua função é fornecer as condições propícias para que bactérias metanogênicas degradem o material orgânico, com a consequente liberação do gás metano.

Existem vários tipos de biodigestor, mas, em geral, todos são compostos basicamente de duas partes: um recipiente (tanque) para abrigar e permitir a digestão da biomassa, e o gasômetro (campânula), para armazenar o biogás.

Em relação ao abastecimento de biomassa, o biodigestor pode ser classificado como contínuo ou intermitente, quando utiliza sua capacidade máxima de armazenamento de biomassa, retendo-a até a completa biodigestão.

Então, retiram-se os restos da digestão e faz-se nova recarga. O modelo de abastecimento intermitente é mais indicado quando da utilização de materiais orgânicos de decomposição lenta e com longo período de produção, como no caso de palha ou forragem misturada a dejetos animais. (ALVES, MELO e WISNIEWSKI, 1980).

Ainda há muito o que ser feito, mas o desenvolvimento do conhecimento sobre a digestão anaeróbia é um dos mais promissores no campo da biotecnologia, uma vez que é fundamental para promover, com grande eficiência, a degradação dos resíduos orgânicos que são gerados em grandes quantidades nas modernas atividades rurais e industriais. À medida que os sistemas de produção animal se intensificam e se modernizam, também se intensificam as necessidades energéticas e de tratamento dos resíduos.

Deve-se destacar que para um desenvolvimento econômico atrativo a partir da digestão da biomassa de resíduos animais, é necessário que haja uma compatibilidade das propriedades físicas e químicas do resíduo com o projeto de biodigestor considerado. A escolha do adequado biodigestor, para um particular resíduo, é a chave para um desenvolvimento e processo apropriados. Assim, se faz importante entender os princípios de operação da maioria dos biodigestores para ajudar na seleção e planejamento de um modelo de tratamento a partir da biodigestão anaeróbia. A importância de se ter este conhecimento está relacionado a elevada produção de metano e as taxas de produção de biogás, que são dependentes da relativa contribuição do resíduo e custo do biodigestor para o custo final do biogás.

Um procedimento sustentável no campo é o aproveitamento do substrato que forra o piso de viveiros e galpões avícolas – a chamada cama de frango. Após a limpeza do ambiente para receber um novo lote de aves, esse material não deve ser descartado, mas sim aproveitado como adubo, trazendo benefícios para plantios e pastagens.

Os fertilizantes orgânicos usados na agricultura podem ser considerados uma alternativa racional quando empregadas as práticas agrícolas adequadas, ou uma preocupação ambiental pelo seu uso irracional, ou seja quando utilizados sem os critérios técnicos.

A grande produção de resíduos gerados pelas atividades agropecuárias e das agroindústrias, produz no Brasil cerca de 5,5 bilhões de cabeças de frangos de corte, 37 milhões de suínos, além de 190 milhões de cabeças de bovinos de corte. (IBGE-SIDRA, 2010, FAO, 2009). A visão prospectiva da Assessoria de Gestão Estratégica (AGE/MAPA) para o agronegócio de bovinos, suínos e aves prevê taxa de crescimento em 2,15; 2,00 e 3,64 % ao ano para estas cadeias produtivas, o que correspondem aumento na produção de 26,7; 23,8 e 49,4 % até o ano de 2020 (AGE/MAPA 2010). De acordo com esta estimativa a geração dos resíduos, por estas

cadeias produtivas deverão seguir a mesma proporção, fator que denota a importância estratégica para o desenvolvimento de tecnologias que permitam o reaproveitamento dessas matérias primas como fertilizantes orgânicos ou organominerais.

Somente o rebanho de suínos e aves brasileiro gera anualmente 105 milhões de m³ de dejetos líquidos de suínos e 7,8 milhões de toneladas de cama de aviário, resíduos estes que tem como destino final o uso agrícola, em sua grande totalidade.

A grande vantagem da reutilização destes resíduos relaciona-se com o fornecimento de nutrientes contidos neste e/ou com benefícios ligados ao seu conteúdo orgânico, ou seja esses resíduos somados contêm cerca de 680.000 t de N, 660.000 t de P₂O₅ e 440.000 t de K₂O, o que representam aproximadamente 27%, 21 % e 12 % do total anual consumido de N, P e K pela agricultura brasileira (Benites et al., 2010). Vale ressaltar que serão as características químicas e físicas as variáveis que auxiliarão o planejamento de uso e de manejo desses resíduos orgânicos. (HIGASHIKAWA ET AL., 2010).

Formada por casca de arroz, sabugo de milho triturado, serragem grossa de madeira ou capim picado, a cama é depósito de dejetos, penas e sobras de ração do sistema de criação de frangos. Após o ciclo de cerca de 40 dias de engorda de pintinhos, a quantidade do material gerada é de cerca de dois quilos por animal alojado. Um lote de 25 mil aves fornece aproximadamente 50 toneladas de esterco.

A partir da mistura dos componentes, surge um produto rico em nutrientes, como nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio, entre outros elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas. A matéria orgânica nele contida também é fundamental para melhorar a estrutura do solo, a capacidade de retenção de água e nutrientes e a proliferação de micro-organismos e minhocas.

Retirada dos galpões, a cama de frango necessita passar pela compostagem. Sem isso, substâncias em altas concentrações no material podem danificar o plantio. As raízes das plantas são prejudicadas com a elevação da temperatura durante a fermentação da cama; solo e água ficam sujeitos à contaminação química; e proliferam moscas e agentes patogênicos, com sérios riscos ao meio ambiente.

Da elaboração de compostagem, que consiste na fermentação do material com a presença de ar (aeróbica) ou sem (anaeróbica), muitas substâncias podem ser geradas. No processo anaeróbico em biodigestores, são liberados gases, principalmente o metano, que é utilizado na geração de energia. Em regiões tradicionais de avicultura, o consumo desses gases é realizado para aquecimento das granjas e obtenção de eletricidade.

Sob a ação de micro-organismos aeróbicos, são disponibilizados nutrientes, cujo volume poderia ser elevado se a fabricação de adubo orgânico ocorresse em escala industrial. Com o processamento da cama de frango, visando à maior oferta de nutrientes, seria possível aumentar a industrialização de fertilizantes organominerais e, assim, reduzir a dependência do país da importação desses itens. Cerca de 60% dos componentes usados na fabricação de fertilizantes – fósforo, nitrogenados e potássio – são importados em grande quantidade pelo Brasil.

Entre as opções disponíveis para o uso dos resíduos animais a aplicação agrícola como fertilizante orgânico é certamente a mais interessante, em termos agronômicos, econômicos, ambientais e sociais, desde que respeitados os critérios técnicos para sua aplicação. Vale lembrar que existe o apelo da população brasileira em utilizar fertilizantes orgânicos de forma correta para produção de alimentos mais saudáveis, bem como mitigar a utilização dos fertilizantes minerais, os quais o Brasil é refém das importações.

Os resíduos gerados pelas agroindústrias de aves, suínos e bovinos deverão retornar a natureza de forma racional, ou seja sem impactar o ambiente, para isso há a necessidade proporcionar recursos tecnológicos para o reaproveitamento dos nutrientes e da água, tendo como critério o princípio de sustentabilidade, contribuindo para o desenvolvimento do país.

Antes mesmo de proporcionar o aumento na produtividade das culturas deve-se levar em consideração o respeito com ao ambiente, principalmente com a prática da adubação orgânica, pois se os fertilizantes forem utilizados de forma inadequada contribuirão para o aumento da degradação dos nossos recursos naturais e poluição ambiental (Gaya, 2004).

Com o intuito de evitar a poluição ambiental pelo uso empírico dos fertilizantes orgânicos nos sistemas de produção agropecuários, há a necessidade de utilizar os conhecimentos técnicos, entre eles: a composição química do solo, a composição química dos fertilizantes orgânicos e a extração dos nutrientes pelas plantas.

A importância de conhecer as características químicas do solo está relacionada à análise química, instrumento básico para a obtenção de informações sobre sua fertilidade, fator que permitirá transferir o conhecimento da pesquisa em aumento da produtividade agrícola, pois repassa ao agricultor a exata recomendação de calagem e adubação, o que confere maior retorno econômico, e em determinados casos haverá situações em que ele poderá economizar na compra de corretivos e adubos minerais, permitindo desta forma maior sustentabilidade do sistema.

A necessidade nutricional é intrínseca a cada espécie vegetal, ou até mesmo para cada variedade dentro da mesma espécie, lembrando

que esta característica é determinada geneticamente, sendo que para alcançar seu maior potencial deverá haver condições adequadas do meio. O conhecimento da capacidade da absorção de nutrientes da planta em questão trará o conhecimento da quantidade de nutrientes que poderá ser absorvido e exportado do solo, o que induz a necessidade de reposição destes com antecedência, evitando o esgotamento de nutriente no solo, prática agrícola conhecida como adubação de manutenção.

O conhecimento sobre a composição química do fertilizante orgânico fornecerá a quantidade exata da concentração de cada nutriente presente neste resíduo, uma vez que existe grande variação para o mesmo nutriente presente em diferentes materiais orgânicos. A informação da composição química do fertilizante orgânico possibilitará o profissional optar por qual nutriente usar, como referência para recomendação da dose adequada.

Existe ainda a necessidade de conhecer o tipo de solo, citando como exemplo a utilização dos fertilizantes orgânicos em situações onde os solos são mais arenosos, onde há a possibilidade da lixiviação do N na forma de NO₃⁻ para as águas subterrâneas e, ou, a excessiva concentração de P na superfície do solo, o qual poderá ser erodido do solo pelo escoamento superficial. (EARHAT ET AL., 1995).

Assim, tomando como base os critérios agronômicos e o conhecimento da área agrícola para determinação da taxa de aplicação de fertilizantes orgânicos, é possível adicionar quantidades de nutrientes equivalentes às extraídas pelas plantas (adubação de manutenção) ou repor os nutrientes em falta no solo (adubação de correção), permitindo desta forma ambientes auto-sustentáveis, lucrativos e que podem ser repetidos indefinidamente, pois permitirá que não haja excessos de nutrientes no solo. (SEGANFREDO, 2000).

Entre as vantagens que os fertilizantes orgânicos trazem para a agricultura vale ressaltar que eles possibilitam o fornecimento de macro e micronutrientes às plantas; como a adição compostos orgânicos que influenciam positivamente todas as propriedades do solo, aumentando a capacidade de troca catiônica, a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes. (SANTOS & CAMARGO, 1999); também proporcionam a melhoria na estrutura, caracterizada pela estabilidade de agregados, diminuição de densidade do solo, retenção de água, aumento da porosidade e da taxa de infiltração de água (HAFEZ, 1974), aspectos fundamentais em solos tropicais altamente intemperizados e ácidos.

No entanto, esse efeito depende da classe de textura do solo, sendo que os solos arenosos, com menor estabilidade, respondem mais do que solos argilosos com maior estabilidade, muitas vezes

sendo necessárias aplicações durante vários anos para que as diferenças sejam detectadas. (WEIL & KROONTJE, 1979).

Caso a aplicação de fertilizantes orgânicos, e, ou, minerais, sejam feitas de forma indiscriminada, resultará em riscos de impacto ambiental negativo, especialmente pela possibilidade de ocorrer contaminação do solo, águas superficiais e subsuperficiais e ar, com maiores preocupações para micronutrientes Cu e Zn e os macronutrientes N e P. A gravidade dessa contaminação dependerá da composição e das doses aplicadas no solo, da capacidade de extração e exportação das culturas, do tipo de solo e das quantidades aplicadas cumulativamente. (SEGANFREDO, 2000 E 2007).

Considerações finais

Devido às normas de produção animal, ambientais e à escassez de materiais, a reutilização da cama de aviário já está incorporada no sistema produtivo do frango brasileiro.

Estudos sobre a utilização de resíduos como fertilizantes podem trazer inúmeros benefícios ao solo e conseqüentemente ao desenvolvimento das plantas. Portanto, pesquisas que busquem a sustentabilidade ecológica devem ser incentivados.

A avicultura gera resíduos com alto conteúdo de nutrientes que ainda podem ser aproveitados na geração de energia ou utilizados como fertilizante nas lavouras. Sua adequada aplicação no solo seguindo planos de manejo de nutrientes causa mínimo impacto ambiental. O primeiro e mais importante passo para mitigar o impacto ambiental da avicultura é o adequado planejamento, zoneamento e capacitação de todo o pessoal envolvido na criação das aves e no manejo de seus resíduos.

Referências

ALVES, S. M.; MELO, C.F.M.; WISNIEWSKI, A. **Biogás: uma alternativa de energia no meio rural**. Belém, EMBRAPA/CPATU. v.4, 1980.

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

Assessoria de Gestão Estratégica - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (AGE/MAPA), Projeções do Agronegócio : Brasil 2009/2010 a 2019/2020 – Brasília, 2ª edição. Ano 2010, 76p.

AVILA, V. S., MAZZUCO, H., FIGUEIREDO, E. A. P. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Circular técnica no 16. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 38 p. 1992.

AZEVEDO NETTO, J. M. Aproveitamento do Gás de Esgotos, **Revista DAE**, ano XXII, n. 41, p. 15-44, 1961.

BARRERA, P. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. São Paulo: Ícone, 1993.

BENITES, V.M.; CORREA, J.C.; MENEZES, J.F.S.; POLIDORO, J.C; CAMPOS, D.V.B. Production of granulated organomineral fertilizer from pig slurry and poultry litter in Brazil. Congress, **Anais**, 15th World Fertilizer Congress of the International Scientific Centre For Fertilizers (Ciec), 2010.

BRAKE, J. D. A Practical Guide for Composting Poultry Litter. **MAFES Bulletin**, Mississippi, 1992. N. 981, 9p. Disponível em: <http://www.poultry.msstate.edu/extension/pdf/guide_poultry_litter.pdf> Acesso em: 22 ago 2011.

BRAKE, J. D. et al. Evaluations of whole chopped kenaf and kenaf core used as a broiler litter material. **Poultry Science**, Savoy, v. 72, n. 11, p. 2079-2083, 1993.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA). Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Anexo III – procedimentos básicos de contagem. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de agosto de 2003.

CHERNAKI-LEFFER A. M., BIESDORF S. M., ALMEIDA L. M., LEFFER E.V.B., VIGNE F. Isolamento de Enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 243–247, 2002.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; SESTAK, M.; OLIBONE, D.; SESTAK, D.; KAUFMANN, A. V.; ROTTA, S. R. Compostagem de Resíduos da Indústria de Desfibrilação de Algodão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 540–548, 2005.

DAO, T.H.; ZHANG, H. Rapid composition and source screening of heterogeneous poultry litter by energy dispersive x-ray fluorescence spectrometry, **Annals of Environmental Science**, v.1, p. 69–79, 2007.

EARHART, D.R.; HABY, V.A.; BAKER, M.L.; LEONARD, A.T. Cropping system and poultry litter effects on residual soil NO₃-N and P. **HortScience**, v.31: 756, 1996.

FIORENTIN, L. Implicações da reutilização da cama de aviário para a saúde pública e animal. IV **Seminário Internacional de Aves e Suínos** - Avesui, 2005.

- FISHER, J.R.; IANNOTTI, E.L.; PORTER, J.H.; GARCIA, A. Producing methane gas from swine manure in a pilotsize digester. **Transactions of the ASAE**, v. 22, n. 2, p. 370-4, 1979.
- FONTENOT, J. P.; WEBB, K. E. Poultry wastes as feedstuffs for ruminants. **Federation Procedures...**, v. 33, p. 1936-1937, 1974.
- GAYA, J.P. Indicadores biológicos no solo como uma alternativa para o uso racional de dejetos de suínos como adubo orgânico. 2004. 140p. **Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)** – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 2004.
- GIROTTO, A. F.; ÁVILA, V. S. **Cama de aviário: análise econômica de materiais alternativos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves (Comunicado Técnico, 326), 4 p. 2003.
- GRAY, K. R., SHERMAN, K.; BIDDLESTONE, A. J. A review of composting – part 2. The practical process. **Process Biochemistry**, v. 6, n. 10, p. 22–28, 1971.
- GUERRA-RODRIGUEZ, E.; DIAZ-RAVINA, M.; VAZQUEZ, M. Co-composting of chestnut burr and leaf litter with solid poultry manure. **Bioresource Technology**, v. 78, p. 107–109, 2001.
- HAFEZ, A.A.R. Comparative changes in soil-physical properties induced by admixture of manure from various domestic animals. **Soil Sciency**. v. 118, p 53-59, 1974.
- HAGA, K. Development of composting technology in animal waste treatment – review. **Asian – Australian Journal of Animal Science**, v. 12, n. 4, p. 604–606, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível no site. <http://www.ibge.gov.br>, acesso em 20 de outubro de 2011.
- JACOB, J. P; KUNKLE, W. E.; TERVOLA, R. S.; MILES, R. D.; MATHER, F. B. **Broiler Litter, Part 1: A Feed Ingredient for Ruminants**. University of Florida Cooperative Extension Service, 1997.
- JORGE, M.A., MARTINS, N.R.S. e RESENDE, J.S. (1997). Cama de frango e sanidade avícola. In: Conferência Apinco de Ciência e Tencologia Avícolas, 1997, São Paulo, 1997. Anais...São Paulo: FACTA, 24-37.
- KELLEHER, B.P.; LEAHY, J.J.; HENIHAN, A.M. et al. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, v.83, n.1, p.27–36, 2002.
- KIRB, F. F.; BILJETINA, R. Reactor desings. In: CHYNOWETH, D. P., ISAACSON, R. **Anaerobic digestion of biomass**, cap. 9, p. 141-171. London: Elsevier, 1987.
- KITHOME, M.; PAUL, J. W.; BOMKE, A. A., Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments. **Journal of Environmental Quality**, v. 28, p. 194–201, 1999.
- KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. EMBRAPA: Informe Técnico, Videira-SC, 2003, 16p. Disponível em: < <http://www.cnpms.embrapa.br/destaques/dejetos/dejetos.pdf> > Acesso em: 20 ago. 2011.
- KWAK, W. S.; HUH, J. S.; MCCASKEY, T. A. Effect of processing time on enteric bacteria survival and on temperature and chemical composition of broiler poultry litter processed by two methods. **Bioresource Technology**, v. 96 p. 1529–1536, 2005.
- LIEN, R. J.; CONNER, D. E. ; BILGILI, S. F. The use of recy-cled paper chips as litter material for rearing broiler chick-ens. **Poultry Science**, Savoy, v. 71, n. 1, p. 81-87, 1992.
- LUCAS JR. J., SANTOS, T.M.B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola, 12 de abril de 2000 – Concórdia, SC. Disponível em: < http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais65_lucas.pdf > Acesso em: 15 jul. 2011.
- MALONE, G. W. Nutrient enrichment in integrated broiler production systems. **Poultry Science**, v. 71, p. 1117-1122, 1992.
- MAPA 2001. Instrução Normativa nº15, de 17 de julho de 2001. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Diário Oficial nº 138, Seção 1, de 18.7.2001.
- MICHEL, F. C.; FORNEY, L. J.; HUANG, A. J. F.; DREW, S.; CZU PRENSKI, M.; LINDEBERG, J. D.; REDDY, C. A. Effects of turning frequency, leaves to grass mix ratio and windrow vs pile configuration on the composting of yard trimmings. **Compost Science and Utilization**,v. 4, p. 26–43, 1996.
- NEME, R.; SAKOMURA, N. K.; OLIVEIRA, M.D. S. Adição de gesso agrícola em três tipos de cama de aviário na fixação de nitrogênio e no desempenho de frango de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4. p. 687-692, 2000.

- NOLL, S. L. Interacciones ente el Manejo de la Cama y la Salud de la Parvada. **Avicultura Profesional**, v.10, n.1, p.42-43, 1992.
- OGUNWANDE, G. A.; OSUNADE, J. A.; ADEKALU, K. O.; OGUNJIMI, L. A. O. Nitrogen loss in chicken litter compost as affected by carbon to nitrogen ratio and turning frequency. **Bioresource Technology**, v.99, p. 7495–7503, 2008.
- OLIVEIRA, A. L., **Conseqüências ambientais**. Cadastro técnico Escola de veterinária UFMG, no 17, p. 69-73, 1996.
- OLIVEIRA, A. S., RIBEIRO, L. S. **Ciclo do MDL e Implicações no Aproveitamento Energético do Biogás a partir de Resíduos Sólidos**. Biogás - Pesquisas e Projetos no Brasil / CETESB, Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 184 p. SMA, 2006.
- PAGANINI, F. J. Manejo da cama. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. Cap. 7, p. 107–116.
- RYNK, R.; KAMP, M.; WILLSON, G.; SINGLEY, M.; RICHARD, T.; KLEGA, J.; GOUIN, F. 1991. **On-Farm Composting Handbook**. Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1991. 174p.
- SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. 491p.
- SANTOS, R. L.; NUNES, V. A.; BAIÃO, N. C. Pododermatite de contato em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.6, 2005.
- SANTOS, T. M. B. **Balço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frango de corte**. 2001. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia - Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2001
- SANTOS, T. M. B. **Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frangos de corte**. 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- SEGANFREDO, M. A. **O impacto ambiental na utilização da cama de aves como fertilizante do solo**. 2000. Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: www.cnpqa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_j1k3813q.html. Acesso em 22 de janeiro de 2011.
- SEGANFREDO, M.A. **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007. 302p.
- SILVA, F.M.; LUCAS JÚNIOR, J.; BENINCASA, M.; OLIVEIRA, E. Desempenho de um aquecedor de água a biogás. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p.608-14, 2005.
- SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSANI, E. J.; PEREIRA, C. R. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 840–848, 2006.
- SORBARA, J. O. B.; RIZZO, M. F.; LAURENTIZ, A. C.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; BERCHIELLI, T. T.; MORAES, V. M. B. Avaliação da Polpa de Citros Peletizada como Material para Cama de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 3, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2000000300010. Acesso em: 10 jul. 2011.
- STEPHENSON, A.; McCASKEY, T.; RUFFIN, B. A survey of broiler litter composition and potential value as a nutrient resource. **Biological Wastes**, v. 34, p. 1–9, 1990.
- SWEETEN, J. M.; AUVERMANN, B.W. Composting manure and sludge. In: Proc. Natl. Poultry Waste Manage Symposium. Proceedings... Department of Poultry Science, The Ohio State University, Columbus, OH, p. 38–44, 1998.
- TIQUIA, S. M.; RICHARD, T. L.; HONEYMAN, M. S. Effects of windrow turning and seasonal temperatures on composting of hog manure from hoop structures. **Environmental Technology**, v. 21, p. 1037–1046, 2000.
- TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y. Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig manure, sawdust litter and sludge. **Bioresource Technology**, v. 65, p. 43–49, 1998.
- UBABEF. **União Brasileira de Avicultura**. Estatísticas: Produção Brasileira. Disponível em: 250 de julho de 2011.
- US-EPA. **EPA/625/R-92/013**: Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge. 177p. 2003. Disponível em: <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r92013/625R92013.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.
- VAN DER WATT, H.; SUMNER, M. E.; CABRERA, M. L. Bioavailability of copper, manganese, and zinc

in poultry litter. **Journal of Environmental Quality**, v. 23, p.43–49, 1994.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento Anaeróbio de Esgotos - Um Manual para Regiões de Clima Quente**. Epgraf, 239 p., 1994.

WALTER, L. Manejo da cama de frangos de corte e aspectos microbiológicos no ambiente de produção. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE COCCIDIOSE E QUALIDADE INTESTINAL, 2000, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: COCCIFORUM, p.44–54, 2000.

WEIL, R.R.; KROONTJE, W. Physical condition of a Davidson clay loam after five years of heavy poultry manure applications. **Journal of Environmental Quality**, v. 8. p 387-392, 1979.