

Resíduos de aves e suínos: Potencialidades

Poultry and swine waste: potential

Tiago Luan Hachmann^{1*}, Jéssica Cristina Urbanski Laureth¹, Adir Airton Parizotto¹, Affonso Celso Gonçalves Júnior²

Resumo - O crescimento intenso da população mundial aumenta a demanda por alimentos. As carnes de frango e de suíno são as fontes mais exploradas de proteína na alimentação humana. Porém, com os métodos intensivos de produção, esses sistemas tem gerado insatisfação quanto ao aspecto ambiental e tem sido questionados quanto à sua sustentabilidade. A disposição inadequada dos resíduos gerados nos criatórios de suínos e aves afeta diretamente a qualidade do meio ambiente e a saúde pública. Assim se deve buscar alternativas para minimizar os impactos causados ao meio, melhorando o aproveitamento e destinação desses resíduos. A aplicação desses resíduos nas áreas de produção agrícola é favorável à, tendo em vista que são uma fonte de nutrientes de grande demanda pelas culturas. Além disso é uma forma sustentável para destinação dos resíduos, já que promove seu reaproveitamento de forma a não poluir o ambiente e com alto retorno econômico. Dessa forma é possível aliar preservação ambiental com progresso econômico, promovendo uma produção sustentável.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Aproveitamento; Poluição

Abstract - The strong growth of the world population increases the demand for food. The chicken and swine are the most exploited sources of protein for human consumption. However, with intensive methods of production, such systems has generated dissatisfaction regarding the environmental aspect and has been questioned about its sustainability. The improper disposal of waste generated in the swin and chicken farms directly affects the quality of the environment and public health. So it must find alternatives to minimize impacts to the environment, improving the utilization and disposal of such waste. The application of these residues in agricultural production areas is conducive to, considering that is a source of nutrients great demand by crops. Also it is a way to sustainable waste disposal, since it promotes its reuse in order not to pollute the environment, and high economic returns. Thus it is possible to combine environmental protection with economic progress.

Keywords: Sustainability; Exploitation; Pollution

INTRODUÇÃO

A crescente demanda global por carne e seus derivados estimulou a expansão da atividade de produção de suínos e aves em praticamente todas as partes do planeta. No Brasil se concentra atualmente o terceiro

maior rebanho de suínos do mundo (38,9 milhões de cabeças) e de aves (10,1 bilhões). Grande parte do rebanho suinícola e avícola brasileiro se encontra concentrado nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil. O Estado do Paraná é o terceiro maior produtor nacional de

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 22/10/2013; aprovado em 30/11/2013

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná . E-mails: tiagohach@gmail.com, jehurbanski@gmail.com, a.a.parizotto@hotmail.com

² Prof. D. Sc. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – CCA. Affonso133@hotmail.com

suínos, com 5,45 milhões de cabeças, que respondem por 19% do rebanho brasileiro, e o maior produtor avícola do Brasil com 2,3 bilhões de aves, que representam 23% do plantel brasileiro (SEAB – DERAL, 2013).

A avicultura e a suinocultura no Brasil são as atividades agropecuárias de maior industrialização e figuram entre as de maior interesse econômico. A produção mundial de suínos e aves evoluiu tecnicamente nas últimas décadas com o melhoramento genético dos rebanhos e com a estruturação dos criatórios em modernas instalações, que propiciam condições ambientais ideais para que haja a sanidade dos animais e ganhos na conversão alimentar. Os modernos sistemas de criatórios (chiqueirões e aviários) se caracterizam pelo confinamento de grande quantidade de animais por unidade de área, tendo como consequência a geração de consideráveis volumes de dejetos (KUNZ, 2009).

Como em todas as atividades agropecuárias, a avicultura e a suinocultura são grandes geradores de resíduos. Conforme Angonese et al. (2006), são produzidos entre 5,7 a 7,6 litros de dejetos/dia, para suínos com faixa de peso entre 57 a 97 kg, podendo a produção de dejetos chegar a 10% da massa do animal. Os dejetos de suínos são 260 vezes mais poluentes quando comparados com o potencial poluente dos esgotos domésticos. Este potencial poluidor geralmente é mensurado pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que se traduz de maneira indireta pela quantidade de oxigênio necessária para oxidar o conteúdo de matéria orgânica presente em determinado resíduo por um período mínimo de cinco dias (OLIVEIRA & DUDA; 2009).

Com a instalação dos sistemas intensivos de criatórios de animais, a questão de destinação dos resíduos da atividade assume papel importante nas discussões da cadeia produtiva (RIBEIRO et al., 2007). Anteriormente os resíduos não eram considerados componentes do sistema produtivo, tornando-se importante fonte de poluição, principalmente quando despejados diretamente nos corpos d'água (DEMIRER e CHAN, 2005).

De acordo com Bley Junior et al. (2009), o atual modelo suinícola brasileiro mostra uma redução do número de suinocultores com aumento efetivo de rebanho por unidade criatória. Isso se traduz em um aumento da produção de dejetos por área. Mesma realidade se faz presente na avicultura brasileira onde cresce exponencialmente, não só no número de aviários edificadas, como também em aves alojadas. A consequência direta é a ameaça de contaminação do solo e das águas por dejetos e excrementos de aves, acima de níveis ambientalmente toleráveis.

Para o mesmo autor anteriormente mencionado, o grande volume de resíduos de criatórios de suínos e de aves concentrados em pequenas áreas, sob condições ambientalmente inadequadas, também proporciona transformações químicas que originam gases poluentes como amônia (NH₃), sulfeto de hidrogênio (H₂S), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄).

Esses resíduos são, atualmente, fonte de preocupação ambiental, visto que na maioria das vezes são manejados de forma incorreta. Porém, quando bem manejados, esses resíduos podem ser, além de uma fonte de renda e agregação de valor à atividade, uma forma de promover a sustentabilidade da produção, que vem se tornando cada vez mais uma exigência do mercado (ORRICO JUNIOR et al., 2010).

Segundo Kunz (2009) o tratamento adequado dos dejetos de suínos se torna necessário para possibilitar o seu uso ambientalmente correto como condicionador de solos em atividades agrícolas.

Resíduos animais x impactos ambientais

A legislação brasileira dispõe de leis que regulamentam a destinação desse tipo de resíduo, porém o produtor rural não observa a legislação, realizando a destinação de forma inadequada e poluindo o meio ambiente. A Lei Federal nº 6.938/81 foi a primeira lei com vistas a regulamentar a disposição de resíduos.

De acordo com o artigo 103 da Resolução nº 31/98 do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), alguns critérios da área a ser utilizada para disposição final do resíduo devem ser levados em consideração: não deve ser lançado resíduo algum em corpos hídricos; no caso de utilização de resíduos em pastagens e em olerícolas, estes devem ser compostados a fim de promover a redução de patógenos; quando forem utilizados resíduos secos compostados, as quantidades a serem aplicadas devem considerar as recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

A aplicação deve ser selecionada observando a classificação do solo quanto à resistência a impactos ambientais; os mesmos devem ter boa drenagem interna e não serem sujeitos a inundações periódicas; e devem ter profundidade igual ou superior a 0,50 m, com exceção à aplicação dos resíduos na forma sólida, que também devem respeitar as recomendações de uso do solo; usar patamares, terraceamento, plantio direto, plantio em curvas de nível, cordões de vegetação permanente, cobertura morta e demais práticas de conservação, impedindo o escoamento superficial; aplicar resíduos em áreas com declividade menor ou igual a 45°, respeitada a aptidão do solo e as práticas conservacionistas; quando forem utilizadas formas de cultivo mínimo, deverá ser feita a incorporação imediata dos resíduos no solo, nas faixas adubadas; o lençol freático deve estar pelo menos a 1,5 m da superfície do solo, na situação crítica de maior precipitação pluviométrica.

Potencial energético

Para avaliação do impacto ambiental ocasionado pelos resíduos das diversas espécies de interesse econômico, muitas vezes é levado em consideração apenas o potencial poluidor da atividade, deixando de lado a quantidade de produto gerada por essa atividade (ORRICO JUNIOR et al., 2011).

O conceito de conversão alimentar é uma ferramenta importante para estimar o quanto uma atividade pode contribuir para impactar o meio ambiente em termos de produção de dejetos, como a emissão de metano para a atmosfera (ORRICO JÚNIOR et al., 2011). De maneira geral, à medida que se reduz a conversão alimentar dos animais, reduz-se também o potencial poluente da atividade em questão.

A indústria avícola tem se tornado uma das mais eficientes conversoras de energia da dieta em proteína. A maioria dos sistemas de produção agropecuária é consumidora de energia em parte, ou em todo seu processo produtivo. Calcula-se que para a produção de 1 kg de frango vivo são necessários 16,5Mcal de energia. Todo o processo de produção gera resíduo e todo resíduo armazena alguma energia, os sistemas de produção devem reverter essa energia, baratear seu custo de produção e funcionar de forma energeticamente equilibrada (SANTOS & LUCAS JUNIOR, 2004).

Vários fatores podem interferir sobre a produção de metano nos dejetos, mas, sem dúvida, a qualidade dos sólidos voláteis é o principal fator (MOLLER et al., 2004). Segundo Orrico Júnior et al., (2011), o potencial de produção de metano da cama de frango pode sofrer interferência do estrato utilizado, que pode variar com a densidade de animais e o número de ciclos produtivos realizados sobre a cama. Ainda de acordo com esses autores, dejetos de suínos e de aves de postura apresentam alta biodegradabilidade (acima de 80%). Isto se deve à qualidade da dieta oferecida aos animais e ao reduzido tamanho das partículas dos dejetos, que contribuem para sua rápida fermentação (RICO et al., 2006).

Segundo Angonese et al. (2006), a produção de dejetos tem valor energético considerável (em torno de 30% da energia de saída total do sistema), podendo, de forma fácil, ser aproveitado no próprio sistema, reduzindo o impacto ambiental e minimizando a importação de energia.

Composição dos resíduos

Os resíduos gerados na produção animal constituem-se em substratos complexos, contendo matéria orgânica particulada e dissolvida, elevado número de componentes inorgânicos, bem como alta concentração de microrganismos patogênicos, todos de interesse na questão ambiental (ORRICO JUNIOR, et al., 2010).

Segundo Oviedo-Rondon (2008), a produção de frangos de corte gera um grande volume de resíduos na forma de esterco, efluentes, camas e aves mortas. Estes resíduos possuem concentrações importantes de nitrogênio, fósforo, potássio, minerais traço como cobre e zinco, além de uma alta carga de bactérias.

O uso dos resíduos do sistema de produção de aves e suínos como adubo deve seguir, obrigatoriamente, o princípio do balanço de nutrientes. O balanço significa aplicar uma quantidade de cama ao solo para suprir as necessidades nutricionais da cultura vegetal. A aplicação

de nutrientes em excesso significa sobre de nutrientes no solo e elevado risco de poluição.

Para Cassol et al. (2012), no uso agrícola, 60 m³ de dejetos de suínos bioestabilizados aplicados por hectare de área, possuem em média, 170 Kg de N (nitrogênio), 140 Kg de P₂O₅ (fósforo) e 90 Kg de K₂O (potássio), quantidade de nutrientes equivalente a 600 Kg de adubo da fórmula 8-28-18 e mais 240 Kg de uréia. Por sua vez uma tonelada de cama de aviário possui em média, 30 Kg de N, 24 Kg de P₂O₅ e 36 Kg de K₂O.

Conforme Orrico Junior et al (2010), é prática comum entre os agricultores a utilização da cama de aviário *in natura* na adubação de lavouras e pastagens, porém, ressalta o autor que, a cama de aviário deveria sofrer a compostagem isoladamente ou misturada com outros resíduos orgânicos, para que os nutrientes possam estar facilmente disponibilizados para assimilação pelo sistema radicular das plantas.

De acordo com Fioreze et al. (2012), para que a recomendação de aplicação de dejetos seja eficiente e diminua o potencial poluidor, deve ser levada em consideração a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio, o teor de matéria seca e o índice de eficiência de liberação de nutrientes.

Nitrogênio

O nitrogênio é um dos principais constituintes dos dejetos de aves e suínos. Cerca de 50% desse nitrogênio está na forma mineral, e ao ser aplicado tem efeito direto no crescimento de plantas (CERETTA et al., 2003). A forma que o dejetos se encontra tem grande importância na liberação do nitrogênio, pois os dejetos armazenados na condição líquida, como é o caso dos dejetos de suínos, possuem elevado teor de nitrogênio na forma amoniacal (FIOREZE et al., 2012). O íon amônio também é a forma dominante do nitrogênio no esterco de aves, o qual é convertido em amônia com a elevação do pH e sob condições de umidade elevada. A amônia e o nitrato são as duas formas químicas do nitrogênio mais comuns nos resíduos animais. O nitrato é altamente solúvel em água, e pode contaminar facilmente o lençol freático e os cursos d'água quando utilizada cama de aves e dejetos de suínos em excesso (OVIDEO-RONDÓN, 2008).

O potencial poluidor do nitrogênio aplicado ao solo depende da textura do solo. Solos com maiores teores de argila fazem com que a nitrificação ocorra de forma mais gradual, independente do tipo de adubo orgânico utilizado, o que contribui para diminuir o potencial poluidor. Ainda com relação ao tipo de solo, a adsorção aos constituintes do solo dos produtos em decomposição dos dejetos promove uma limitação temporária à atividade microbiana, dificultando o acesso direto ao N orgânico e retardando assim a sua mineralização (FIOREZE et al., 2012).

Fósforo

Aproximadamente dois terços do fósforo está presente no esterco líquido de suínos em uma forma não solúvel em água, fazendo parte de estruturas orgânicas, que promovem o efeito residual do esterco. Aplicações não criteriosas e sucessivas de esterco podem saturar a capacidade do solo e plantas de utilizar esse nutriente, promovendo sua lixiviação e posterior contaminação do lençol freático. Esse efeito é pronunciado em solos arenosos e bem drenados, onde o elemento atinge facilmente os corpos hídricos (OVIEDO-RONDON, 2008).

Para Ceretta et al. (2003), a elevada concentração de fósforo na camada mais superficial de solos adubados com esterco líquido de suínos mostra que esse elemento pode comprometer a qualidade do ambiente, especialmente como contaminante da água.

O excesso de fósforo pode ser controlado pela rotação de cultivos de grãos com pastagens, produção de silagens e fenos. Com esse tipo de exploração, a maior parte do material vegetal rico em fósforo é exportado da área, fazendo com que seus teores diminuam no solo.

Potássio

O potássio se encontra no esterco totalmente na forma mineral, solúvel e, por isso, possui efeito residual muito curto. Plantas com altas taxas de absorção de potássio diminuem suas perdas no sistema (CERETTA et al., 2003).

Por não fazer parte de nenhum composto orgânico estável, praticamente todo o potássio presente no dejetos está na forma mineral e prontamente disponível às plantas logo após a aplicação do dejetos, ao passo que para nitrogênio e fósforo apenas parte desse total está na forma mineral e o restante na forma orgânica (FIOREZE et al., 2012).

Microelementos ou elementos traço

As rações de animais contém altas quantidades de ferro e zinco, sendo comum observar altas quantidades desses elementos nos resíduos. Esses elementos não são totalmente absorvidos pelo organismo dos animais e são depositados junto aos resíduos da produção. Níveis altos destes minerais são observados em solos onde existe aplicação constante de resíduos de aves por vários anos (MARCHI, 2009).

Os elementos traço não são biologicamente degradáveis como os compostos orgânicos, podendo assim se acumular nos solos utilizados para a agricultura, em concentrações suficientemente altas para prejudicar os organismos. Luo et al. (2009) observaram que o teor médio de metais das camas de aves utilizadas na agricultura da China foram de 3,4 mg de Cd, 46 mg de Cr, 102 mg de Cu, 20,6 mg de Pb e 308 mg de Zn, por kg de massa seca.

De acordo com Marchi et al. (2009) a absorção de metais pesados pelas plantas varia conforme a espécie, com a possibilidade de adaptar os cultivos conforme o nível de contaminação do solo.

Tratamento dos resíduos

O uso dos dejetos de suínos ou excrementos de frangos sem estarem devidamente estabilizados podem causar desequilíbrios no solo com acidificação da camada superficial pela redução do pH, interferência na relação C/N e na normal capacidade de trocas de cátions e presença abundante do Nitrogênio Amoniacal, que pode se transformar em Nitrato, que quando lixiviado pela chuva pode atingir as coleções hídricas causando sérios problemas de poluição e contaminação ambiental das águas (KUNZ et al., 2006).

O risco de contaminação das águas por nitrato também pode ocorrer mesmo quando os dejetos de suínos estiverem devidamente estabilizados ou excrementos de aves compostados sob condições de aplicação de dosagens acima do recomendado. Neste caso se o excesso de nitrato não for assimilado pelas plantas e/ou transformado por agentes microbianos em outros subprodutos nitrogenados, pode percolar pelo solo se fazendo presente nas águas (MIYAZAWA et al., 2009).

Conforme a Resolução nº430, de 13 de maio de 2011, que complementa a resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a concentração máxima permissível de Nitrato nas águas para consumo humano é de 10mg/L. Se forem encontradas nas águas concentrações do íon Nitrato acima deste patamar, as águas devem ser consideradas impróprias para o consumo humano. Sendo que a remoção da contaminação do Nitrato presente na água "in natura" além de difícil se torna financeiramente onerosa.

Para serem tratados os dejetos inicialmente precisam ser submetidos a tratamento primário (peneiramento, decantação e centrifugação) para eliminação de sólidos grosseiros.

Conforme Miranda (2012), os dejetos devem sofrer fermentação para eliminação de microrganismos indesejáveis e disponibilização de nutrientes assimiláveis pelas plantas. Para tal finalidade podem ser utilizados dispositivos hidráulicos como bioesterqueiras, biodigestores, reatores e lagoas de estabilização. Outra forma de tratamento convencionalmente utilizado para o tratamento de dejetos é a compostagem do liquame com outros resíduos orgânicos.

Esterqueiras

São locais de depósito de dejetos líquidos, sem separação, para conservação e recuperação de nutrientes contidos nesses dejetos. Se feita por escavação do solo, devem ser revestidas para não provocar a infiltração do chorume no mesmo. Para evitar o manejo, são necessários dois compartimentos, pois enquanto um recebe os dejetos o outro está em processo de degradação biológica. Após um período de quatro a seis meses de fermentação o material está pronto para a utilização na agricultura, com a vantagem de os nutrientes estarem mais disponíveis às plantas (SEDIYAMA et al., 2005).

Além da esterqueira, tem-se a bioesterqueira que consiste em uma estrutura com dois compartimentos, sendo o primeiro a câmara de fermentação anaeróbia (a qual possui uma parede divisória) e o segundo um depósito para o material estabilizado, o biofertilizante. O tempo de permanência dos dejetos na câmara de fermentação é de no mínimo 45 dias, podendo ser armazenados por 90 a 120 dias na câmara de depósito (RANZI e ANDRADE, 2004).

O processo de armazenamento dos dejetos estabilizados, nos dois processos citados, é importante, tendo em vista alguns aspectos de produção e necessidade de planejamento das adubações: dose, frequência, época de aplicação e parcelamento, para as diferentes culturas na propriedade. É indispensável considerar as características químicas desses dejetos estabilizados e do solo, bem como a necessidade nutricional da cultura a ser explorada (SEDIYAMA et al., 2005).

A aplicação desse método de armazenamento e tratamento é satisfatória no sentido de proteger o solo e os cursos d'água da aplicação de resíduos da criação de animais. No entanto esse sistema não diminui a preocupação ambiental com os resíduos animais, uma vez que permite a emissão de metano, um dos principais gases causadores do efeito estufa, para a atmosfera (ORRICO JÚNIOR et al., 2011).

Vários fatores atuam sobre a quantidade de metano emitida do dejetos. Segundo Moller et al. (2004) a composição química dos compostos orgânicos contidos nas fezes, urina, palhas e camas influencia diretamente na produção de metano. Segundo estes autores a variação na composição dos resíduos animais depende de alguns fatores, tais como a espécie e categoria animal, dieta, uso da cama e taxa de degradação de resíduos.

Lagoas de tratamento

Trata-se de um tratamento biológico, ao qual decompõe a matéria orgânica por microrganismos, podendo ocorrer tanto na presença de oxigênio (aeróbio), quanto na sua ausência (anaeróbio). Os dejetos líquidos a serem tratados no sistema de lagoas podem ser do tipo bruto (dejetos não processados em decantadores ou peneiras) ou líquido, resultante da separação de fases.

O sistema constitui-se de um conjunto de lagoas em séries (anaeróbias, facultativas, aeróbias com aeração natural e mecânica) com duas fases (anaeróbias e facultativas).

Na primeira fase ocorre a redução da carga orgânica dos dejetos para o seu posterior tratamento aeróbio. São lagoas que requerem menor área superficial com profundidades adequadas para promover as condições de anaerobiose. Neste sistema, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é reduzida na faixa de 50% a 80%.

Na segunda fase as lagoas facultativas possuem uma região superficial de fase aeróbia, ocorrendo a fotossíntese pelas algas e suprimento de oxigênio da superfície; na região central uma fase facultativa e, no

fundo, junto aos sedimentos, uma fase de anaerobiose, onde a matéria orgânica se estabiliza devido a remoção de uma quantidade adicional de carbono. Nesta fase, também pode-se ter lagoas aeróbias (natural) e aeradas mecanicamente. Para confecção de lagoas com aeração natural se é exigido pouca profundidade e grandes extensões de áreas. Já as aeradas mecanicamente, a oxigenação é induzida diretamente na superfície (SEDIYAMA et al., 2005).

Compostagem

Sistema de tratamento caracterizado pela decomposição aeróbia, no qual ocorre a interação de microrganismos, em condições favoráveis de temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de resíduos orgânicos e nutrientes disponíveis, permitindo a produção de adubo orgânico de qualidade. Com a atuação de diferentes microrganismos, ocorre a liberação de gás carbônico (CO₂), amônia (NH₃) e água (H₂O), havendo desprendimento de calor na ordem de 60°C a 80°C e eliminação de microrganismos patogênicos, sementes e tubérculos de plantas daninhas. Com a fermentação da matéria orgânica, ocorre a estabilização da temperatura e, por conseguinte o volume é reduzido, sendo o resultado final a matéria orgânica apresentando características de húmus.

Associados á dejetos suínos, líquidos ou sólidos, os resíduos orgânicos como: bagaço de cana-de-açúcar, palha de café, casca de arroz, palha e sabugo de milho, sobra de capineiras entre outros, produzirão adubo orgânico de qualidade, pois os mesmos são ricos em nitrogênio, sendo importantes para equilibrar a relação carbono/nitrogênio (C/N), no processo da compostagem (SEDIYAMA et al., 2005).

Biodigestores

Os biodigestores são reatores anaeróbios, alimentados com biomassa (esterco) e que têm como produtos o biogás e o biofertilizante. Sua estrutura consiste em uma câmara de digestão e um gasômetro. A câmara de digestão é onde acontece a degradação da matéria orgânica, possuindo uma parede divisória, que favorece a hidrodinâmica e eficiência do processo. O gasômetro encontra-se sobre a câmara de digestão e é onde o biogás fica retido para seu posterior uso (RANZI e ANDRADE, 2004).

A biodigestão anaeróbia é uma forma de tratamento onde a matéria orgânica é degradada até a forma de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). A emissão de metano depende, principalmente, do meio em que ocorre a decomposição desse material. Na produção de aves, a decomposição da cama dificilmente ocorre em condições anaeróbicas, gerando pouca produção de metano. Desta forma, a suinocultura acaba sendo a grande responsável pelas emissões de metano dos dejetos, já que o sistema de criação adotado no Brasil caracteriza-se pelo confinamento total, e sua decomposição ocorre em meio anaeróbio. Porém, com a utilização de biodigestores, esse

problema pode ser facilmente resolvido, pois é possibilitada a captura desse gás e sua posterior queima (ORRICO JÚNIOR, 2010).

Resultante do processo que ocorre dentro do biodigestor o biogás é uma mistura de gases (RANZI e ANDRADE, 2004). Segundo Teixeira (1995 apud RANZI e ANDRADE, 2004) a composição do biogás em volume varia de 54 a 80% de metano (CH₄), 20 a 45% de dióxido de carbono (CO₂), 0-3% nitrogênio (N₂) e 0-3% de gás sulfídrico (H₂S).

O gás predominante na composição do biogás, o metano, é inodoro, insípido e incolor. Devido a essa presença, o biogás é um gás inflamável tornando possível sua utilização como substituto de muitos combustíveis (gás liquefeito de petróleo, a lenha, a gasolina) e para a geração de energia elétrica (RANZI e ANDRADE, 2004).

O metano produzido pode ser utilizado como fonte de energia, na substituição de combustíveis fósseis, agregando valor à produção e reduzindo a emissão de dióxido de carbono (SILVA et al., 2005; ORRICO JUNIOR et al., 2010). As vantagens do processo são: redução de microrganismos patogênicos e odores, menor espaço físico necessário para o tratamento dos resíduos, e a liberação de gases ou efluentes, que são facilmente controlados.

Esse processo, além de tornar esse composto mais estável do ponto de vista nutricional, proporciona redução na microbiota presente no material. De acordo com Côte et al. (2006), houve redução de 97,94% a 100% no número de coliformes termotolerantes e totais em sistemas de biodigestão anaeróbica, mesmo quando submetidos a condições de baixa temperatura (20°C). Segundo esses mesmos autores, a eficiência na redução dos microrganismos patogênicos está associada à temperatura de fermentação, sendo que, quanto maiores forem os seus valores, mais eficiente será a redução de patógenos.

Essa redução no número de coliformes totais e termotolerantes é importante para avaliar as possibilidades de destinação do resíduo. De acordo com a Resolução CONAMA 357 (2005), para utilização de efluentes em hortaliças e plantas frutíferas, as quantidades de coliformes devem ser inferiores a 10²/100 mL de biofertilizante.

CONCLUSÃO

O correto destino dos resíduos da produção de aves e suínos no Brasil é importante para evitar a degradação ambiental, além de agregar valor ao produto, quando houver a correta certificação de que o produto obedece às normas ambientais de produção. Há tecnologias suficientes para o tratamento e destinação dos resíduos, porém, que são utilizadas ainda em pequena escala.

REFERÊNCIAS

ANGONESE, A. A.; CAMPOS, A. T.; ZACARKIM, C. E.; MATSUO, M. S.; CUNHA, F. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.745-750, 2006.

BLEY JUNIOR, C.; LIBÂNIO, J. C.; GALINKIN, M.; OLIVEIRA, M. M. **Agroenergia da Biomassa Residual: Perspectivas Energéticas, Socioeconômicas e Ambientais**. 2.ed.. Foz do Iguaçu/Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n° 357, de 17 de Março de 2005. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/legislação>>. Acesso em: 27 de jun. de 2013.

Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente II: **Balço de Nutrientes de Dejetos de Suínos para Adubação Orgânica – Recomendação da Experiência na Bacia do Lajeado dos Fragosos - Concórdia/SC**. Coordenação Vamilson Prudêncio da Silva Junior; Adilson de Freitas Zamparetti, Florianópolis: FATMA/EPAGRI, 2006. Disponível em <http://www.cetesb.sp.br/tecnologia/camaras/eventos/bal_nutri.pdf>. Acesso em: 02 de out. 2013

CASSOL, P. C.; COSTA, A. C.; CIPRANDI, O.; PANDOLFO, C. M.; ERNANI, P. R.. Disponibilidade de Macronutrientes e Rendimento de Milho em Latossolo Fertilizado com Dejeito de Suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.6, p.1911-1923, 2012.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.6, p.729-735, 2003.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 357/2005**. Padrões de qualidade para os parâmetros monitorados na rede de monitoramento. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/>>. Acesso em: 11 dez. 2007.

CÔTE, C.; MASSE, D. I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. **Bioresource Technology**, Oxford, v.97, n.1, p.686-691, 2006.

DEMIRER, G.N.; CHEN, S. Two-phase anaerobic digestion of unscreened dairy manure. **Process Biochemistry**, Shanghai, v.40, n.11, p.3.542-3.549, 2005.

FIGOZZE, C.; CERETTA, C. A.; GIACOMINI, S. J.; TRENTIN, G.; LORENSINI, F. Liberação do N em solos

- de diferentes texturas com ou sem adubos orgânicos. **Ciência Rural**, v.42, n.7, p.1187-1192, 2012.
- KUNZ, A. Transformações da Produção Animal no Brasil e suas Consequências Ambientais. Anais do I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais - Florianópolis – SC, 11 a 13 de Março de 2009. Disponível em <<http://www.sigera.org.br>> acesso em: 8 de out. de 2013.
- LUO, L.; M. A, Y.; ZHANG, S.; WEI, D.; ZHU, Y. An inventory of trace element inputs to agricultural soils in China. **Journal of environmental management**, v.90, p.2524-2530, 2009.
- MARCHI, G.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A.; GONÇALVES, V. C. **Elementos traço e sua relação com a qualidade e inocuidade de fertilizantes, corretivos agrícolas e resíduos orgânicos no Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. p.45.
- MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G.M.C.; PARRA, M.S. Lixiviação de Nitrogênio no Solo pela Aplicação de Dejeito de Suíno. I Simpósio Internacional de Resíduos de Animais – Uso dos Resíduos da Produção Animal como Fertilizantes - Florianópolis – SC, 11 a 13 de Março de 2009. Disponível em <<http://www.sigera.org.br>> acesso em: 22 de jun. 2013.
- MOLLER, H. B.; SOMMER, S. G.; AHRING, B. K. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. **Biomass Bioenergy**, Aberdeen, v.26, n.3, p.485-495, 2004.
- OLIVEIRA, R. A.de; DUDA, R. M. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator anaeróbio operado em batelada sequencial. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14, n.4. p.533-542. 2009.
- ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, abr. 2011.
- ORRICO JUNIOR, M. A. P; ORRICO, A. C. A; LUCAS JUNIOR, J. de. Compostagem de Resíduos da Produção Avícola: Cama de Frangos e Carcaças de Aves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.30., n.3 p.538-545, 2010.
- OVIEDO-RONDON, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.spe, 2008
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), Departamento de Economia Rural (DERAL), Suinocultura – Análise da Conjuntura Agropecuária, Fevereiro 2013. Disponível em <<http://www.agricultura.pr.gov.br>> acesso em 21 de jul. de 2013.
- RANZI, T.J.D.; ANDRADE, M.A.N. Estudo de viabilidade de transformação de esterqueiras e bioesterqueiras para dejetos de suínos em biodigestores rurais visando o aproveitamento do biofertilizante e do biogás. Anais 5. Encontro Energia Meio Rural, 2004.
- RIBEIRO, G. M.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; HENRIQUE, W.; SUGOHARA, A.; AMORIM, A. C. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2.082-2.091, 2007.
- RICO, J. L.; GARCIA, H.; RICO, C.; TEJERO, I. Characterisation of solid and liquid fractions of dairy manure with regard to their component distribution and methane production. **Bioresource Technology**, Oxford, v.98, p.971-979, 2006.
- SANTOS, T. M. B.; LUCAS JUNIOR, J de. Balanço energético em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, 2004.
- SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; GARCIA, N. C. P. Utilização de resíduos da suinocultura na produção agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.224, p.52-64, 2005.
- SILVA, F.M.; LUCAS JÚNIOR, J.; BENINCASA, M.; OLIVEIRA, E. Desempenho de um aquecedor de água a biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.608-614, 2005.