

XII-005 - APROVEITAMENTO DOS DEJETOS SUÍNOS COMO BIOFERTILIZANTE: ESTUDO DE CASO DE UMA GRANJA DA ZONA DA MATA MINEIRA- MG

Ludymyla Marcelle Lima Silva ⁽¹⁾

Docente na Faculdade Finom de Patos de Minas. Doutoranda em engenharia ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Sheila Neves Drummond ⁽²⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC, Mestra em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Secretária Municipal de Meio Ambiente de Dorcas de Guanhaes, Docente e Conteudista no Instituto Phorte Educação.

Augusto Severo Martins ⁽³⁾

Docente na Faculdade Finom de Patos de Minas. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia.

Endereço ⁽¹⁾: Rua. Ana de Oliveira, nº 645, Centro, Patos de Minas - MG, CEP: 38700-006 – Brasil - Tel: +55 (31) 985497725 - e-mail: ludymyla.marcelle@gmail.com

RESUMO

A atividade da suinocultura produz dejetos que devem receber tratamentos adequados para evitar impactos ambientais negativos. Os biodigestores são uma forma de tratamento para os resíduos, produzindo biogás, que pode ser usado para geração de energia elétrica, e um efluente com menor carga orgânica do que na entrada do equipamento. Este efluente, desde que usado de forma adequada pode ser utilizado como biofertilizante. Porém, é necessário saber sua composição para que o uso no solo não cause impactos ambientais negativos. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o efluente do biodigestor e verificar sua utilização como biofertilizante. Foi realizado um estudo de caso em uma granja da Zona da Mata mineira, com 787 matrizes, considerada de porte e potencial poluidor degradador médios, que produz 127,3m³/dia de dejetos suínos. Foram feitas análises do efluente na saída do biodigestor dos parâmetros: DBO_{5,20}, pH, temperatura, sólidos totais, nitrito, nitrato, fósforo e metais. Constatou-se que o efluente não atende aos padrões de lançamento de determinados pela Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) 01/08, logo a melhor forma de dispô-los é com a finalidade de fertilizar o solo, visto que o produto apresentou os nutrientes essenciais para as plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Suinocultura, Biodigestor, Biofertilizante.

INTRODUÇÃO

A suinocultura é desenvolvida em sua maior parte em pequenas propriedades rurais e em áreas com limitações topográficas para o estabelecimento de lavouras extensivas. É uma atividade que gera renda, alimento e emprego ao homem do campo (OLIVEIRA, 1993). Entretanto, apesar dos benefícios econômicos, essa atividade apresenta uma elevada produção de dejetos líquidos, proporcionando problemas de manejo, armazenamento, disposição e poluição ambiental, para os suinocultores (DIESEL et. al., 2002).

A estimativa do volume de dejetos gerados é uma operação difícil, visto que há grandes variações nas criações, com diferentes sistemas hidráulicos, equipamentos de higiene, desperdícios, duração e frequência da limpeza, além destes há variação temporal dentro da mesma granja. Para a estimativa mais efetiva, três componentes são fundamentais: a água gasta para consumo dos animais, a parcela utilizada para a limpeza e higiene de instalações, e as perdas existentes através dos bebedouros (DIESEL et. al., 2002).

A estimativa da produção diária de dejetos varia de acordo com a categoria dos suínos, sendo que a média é de 8,60 L/dia de dejetos (Tabela 1) (OLIVEIRA, 1993).

<i>Categoria</i>	<i>Esterco (Kg/dia)</i>	<i>Esterco + Urina (Kg/dia)</i>	<i>Dejetos Líquidos (L/dia)</i>
Suínos 25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas na gestação	3,60	11,0	16,00
Porcas na lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Tabela 1: Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas. Fonte: OLIVEIRA (1993).

Os resultados de Oliveira (1993) mostram que os dejetos apresentam em sua composição matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre, entre outros elementos utilizados nas dietas que podem contaminar o meio ambiente. Os resultados de Perdomo, Dartora e Tumelero (1998) mostram a matéria orgânica é o componente apresenta maior concentração na composição média do dejetos (Tabela 2).

Variável	Concentração
Sólidos Totais (mg/L)	2000
Nitrogênio total (mg/L)	3100
Fósforo Total (mg/L)	2300
Potássio Total (mg/L)	1900
DBO (mg/L)	21000
pH	6,5

Tabela 2: Composição química média dos componentes poluentes dos dejetos suínos. Fonte: PERDOMO, DARTORA E TUMELERO (1998).

Além da composição indicada por Perdomo, Dartora e Tumelero (1998), os dejetos possuem também uma vasta quantidade de microrganismos, sendo uma parcela destas agentes patogênicos, e a digestão anaeróbia é a melhor forma de inativá-los (RIZZONI, 2012).

Os dejetos suínos podem causar impactos ambientais por diferentes meios: pelo escoamento superficial após aplicação dos dejetos no campo; lixiviação de nutrientes em função de excessivas aplicações, ou nos próprios tanques de armazenamento sem nenhum revestimento; por meio da poluição do ar em função de gases e odores liberados na decomposição do dejetos (BASSO, 2003).

Para minimizar os impactos ambientais e atender a legislação ambiental vigente os dejetos suínos necessitam de um tratamento antes de serem lançados em corpos hídricos. Existem várias tecnologias de tratamento, estas podem ser por processos físicos, químicos e biológicos. A seleção do método a ser utilizado deve considerar as características do efluente, do local a ser implantado e do atendimento a legislação ambiental vigente com o menor custo (DIESEL ET. AL, 2002).

O tratamento físico consiste na separação das fases, que pode ser realizada por processo de decantação, centrifugação, peneiramento e desidratação. Porém, é necessário um tratamento posterior da fase líquida para o lançamento em corpos d'água para atender a legislação ambiental vigente. A parte sólida pode ser utilizada como esterco. (MACHADO, 2009).

O tratamento químico ocorre por meio da adição de produtos químicos nos dejetos, tendo como finalidade precipitar as partículas e material coloidal, e assim reduzir a demanda de oxigênio. Porém, não é uma técnica

eficaz para a remoção de compostos orgânicos solúveis, logo não é muito eficiente para o tratamento dejetos suínos (MACHADO, 2009).

Outra forma é o tratamento biológico, onde ocorre a decomposição da matéria orgânica, que pode ser de dois tipos: na presença de oxigênio (aeróbio) e na sua ausência (anaeróbio). De acordo com a disponibilidade de oxigênio livre predominam microrganismos aeróbios ou anaeróbios (DIESEL et al., 2002). Existem diversas técnicas para este tipo de tratamento: compostagem, lagoas de estabilização (facultativas e aeradas), diques de oxidação, lagoas anaeróbias, reatores biológicos e os biodigestores (MACHADO, 2009).

Um biodigestor ou simplesmente, digestor, pode ser definido como uma câmara de fermentação, onde a biomassa sofre a digestão pelas bactérias anaeróbicas, produzindo gás. É construído de alvenaria, concreto ou outros materiais, onde é colocado o efluente a ser metabolizado. Existem vários modelos, destacando-se o Chinês, o Indiano e o Tubular, porém todos eles visam basicamente criar condição anaeróbica, isto é, total ausência de oxigênio para a fração orgânica ser digerida, pelos microrganismos (COMASTRI, 1981).

Após os dejetos suínos passarem pelo processo de digestão anaeróbia, o efluente do biodigestor pode ser utilizado biofertilizante (SANTOS, 2008). Sabe-se que os biofertilizantes possuem todos os elementos necessários para a nutrição vegetal, variando as concentrações, dependendo diretamente da matéria-prima a ser fermentada, sendo que, dependendo do período de fermentação, há variações também na concentração dos nutrientes (MARROCOS, 2011).

O biofertilizante pode ser utilizado como solução nutritiva, em sistema de cultivo sem solo (culturas hidropônicas), no tratamento de sementes sexuais e selecionadas para plantio, em pulverizações na produção de mudas, na rega de canteiros de germinação, antes do plantio para promover um expurgo do solo utilizado, possuindo efeito bacteriostático quando aplicado puro (MARROCOS, 2011).

Para ser utilizado de forma correta, é necessário conhecer a composição do biofertilizante. Além de conhecer as concentrações dos nutrientes, é importante o valor do pH do biofertilizante, pois esse deve ser superior a 6,5 principalmente quando o produto for colocado em cobertura nas pastagens ou culturas, pois prejudica as plantas (DIESEL et al., 2002).

Caso as recomendações não sejam seguidas, alterações indesejáveis podem ocorrer, devido ao uso indiscriminado, estes são refletidos em: acúmulo de elementos tóxicos, principalmente de metais pesados e poluentes orgânicos, contaminação da água subterrânea, contaminação dos corpos d'água por meio da lixiviação de elementos no solo; odores desagradáveis oriundos da volatilização de compostos (KONZEN, 2005).

No biofertilizante podem ser encontrados metais, sendo que os mais comuns são o Cobre (Cu) e Zinco (Zn). Estes que têm origem nas rações fornecidas aos suínos que, geralmente, recebem suplementação com fontes desses metais, em certo grau, às vezes, excedendo o requerimento fisiológico dos animais. Tal fato, associado às aplicações sucessivas de dejetos tendem a usar acúmulos destes no solo, tornando os efluentes uma fonte poluidora com alto potencial de contaminação ambiental (SOUZA, 2010).

Apesar do valor agrônomo dos dejetos e do mesmo apresentar vantagens ambientais, sua utilização na agricultura deve ser feita de maneira cuidadosa, de modo a não provocar danos ao ambiente e que seja ao mesmo tempo economicamente viável (MACHADO, 2009).

Resultados alcançados por Diesel et. al. (2002), apontaram que o dejetos suíno se usado de forma equilibrada, constitui um fertilizante com capacidade de substituir com vantagem, ou em certas situações, totalmente a adubação química das plantações. Porém a utilização em solos agrícolas mostra se economicamente viável somente quando apresentar no mínimo 5 kg/m³ de nutrientes, ou seja, a soma de nitrogênio, fósforo e potássio deve ser superior ou igual a 5 kg/m³

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o efluente de um biodigestor em uma propriedade na Zona da Mata Mineira e verificar se o mesmo pode ser usado como biofertilizante.

METODOLOGIA UTILIZADA

O estudo foi realizado em uma granja, localizada na Zona da Mata Mineira - MG, que possui 9649 suínos, sendo 787 matrizes. Nesta propriedade estão instalados dois biodigestores (Figura 1) para o aproveitamento dos dejetos provenientes da suinocultura, visando à geração de energia elétrica e biofertilizante.

Os biodigestores foram dimensionados e construídos para reter os efluentes por um tempo de detenção hidráulica de 30 dias, onde nesse período as bactérias anaeróbias degradam o material e geram o biogás e o biofertilizante (Rizzoni, 2012). Após sair do biodigestor o efluente fica armazenado em uma lagoa e depois é utilizado na pastagem.



Figura 1: Vista aérea da granja e biodigestores

As coletas de amostras foram feitas na saída do biodigestor durante seis semanas consecutivas. As análises laboratoriais foram quantitativas, sendo feitas sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato de acordo com a metodologia de Guarda et al. (2013).

A temperatura e pH foram medidos em campo, com o uso de um termômetro e de fitas de pH da marca MN. A análise dos metais presentes no efluente da saída do biodigestor foi com a metodologia de Quaresma (2012). A estimativa da geração de dejetos foi realizada por meio de dados fornecidos pelo proprietário da granja, com a metodologia proposta por Oliveira (1993).

O tempo de retenção hidráulica foi calculado pela equação 1:

$$VU = TR \times VAD \quad (\text{equação 1})$$

Onde: VU o volume útil (m^3); TR o tempo de residência da biomassa (dias); VAD vazão de alimentação de rejeito suíno (m^3/dia).

RESULTADOS OBTIDOS

A temperatura média do ar medida foi de 21,4°C e das amostras foram de 23,5°C. O pH médio obtido foi no valor de 7. O teor de sólidos totais encontrado foi de 3728 mg/L.

Os resultados das análises de fósforo (Figura 2A) apresentaram uma concentração média de 231,66 mg/L. As análises de nitrato (Figura 2B), nitrito (Figura 2C) e nitrogênio amoniacal (Figura 2D) obtiveram respectivamente os seguintes valores médios: 19,56 mg/L, 58,23 mg/L e 551,66 mg/L. As análises de DBO₅ obtiveram como resultado um valor médio de 2550 mg/L (Figura 2E)

A partir da análise de metais foi detectada a presença dos seguintes elementos (Tabela 3): Ferro (Fe), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Cálcio (Ca), Manganês (Mn), Estrôncio (Sr), Rubídio (Rb), Escândio (Sc), Potássio (K), Cloro (Cl), Bromo (Br).

Elemento	Concentração média (mg/L)
Cloro (Cl)	2078,50
Potássio (K)	2215,50
Cálcio (Ca)	172,42
Escândio (Sc)	1,57
Cromo (Cr)	0,04
Manganês (Mn)	0,12
Ferro (Fe)	1,42
Níquel (Ni)	0,02
Cobre (Cu)	0,15
Zinco (Zn)	0,41
Bromo (Br)	1,06
Rubídio (Rb)	2,04
Estrôncio (Sr)	1,32

Tabela 3: Resultado análise de metais.

Foi obtido um valor médio de efluentes por dia de 82.981,4 L, logo em um ano são gerados 30.288.211 L, que equivale a 30×10^3 m³/ano.

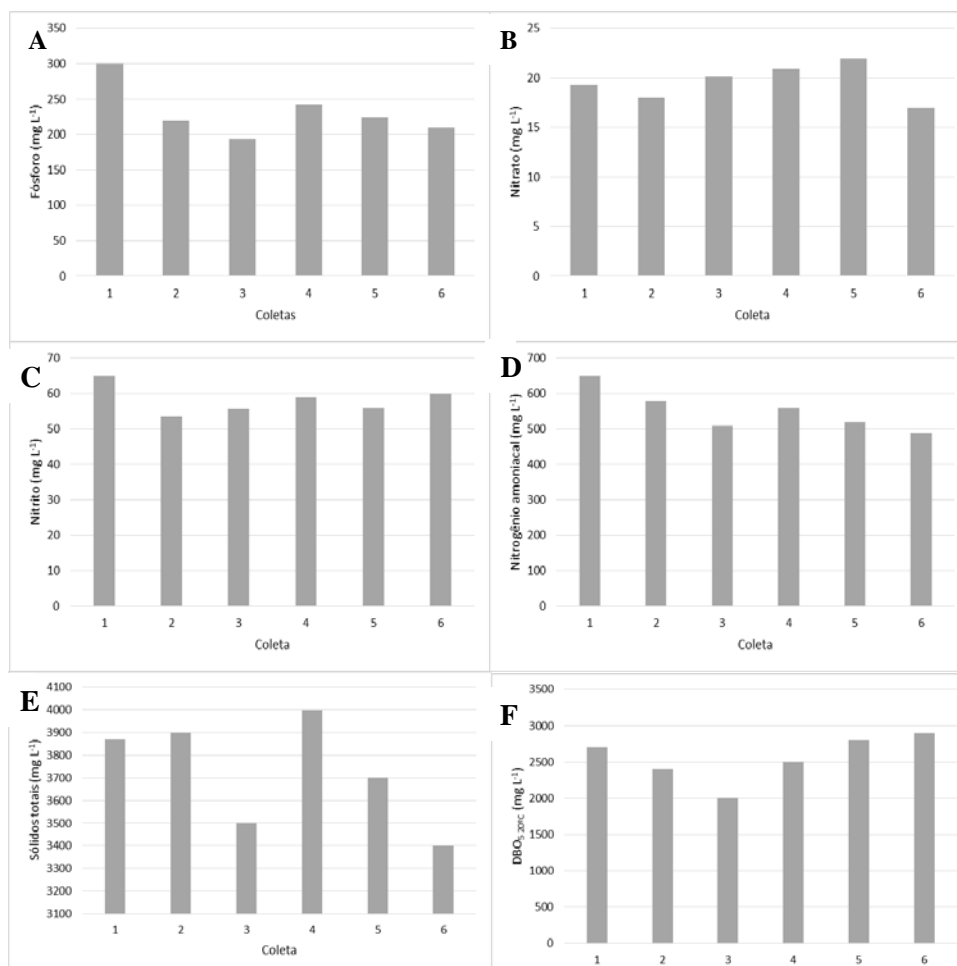


Figura 2: A. Fósforo; B. Nitrato; C. Nitrito; D. Nitrogênio amoniacal; E. Sólidos totais; F. DBO_{5,20}.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em razão da concentração de matéria orgânica no efluente do biodigestor (2550 mg/L de DBO_{5,20}), o mesmo ainda necessita de um tratamento secundário, caso seja lançado em corpos hídricos, para remoção da DBO_{5,20} remanescente. O lançamento de matéria orgânica em um corpo hídrico tem como principal impacto ambiental negativo o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido, causado pela respiração dos microrganismos que se alimentam da matéria orgânica.

A soma dos resultados das análises de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal representam o nitrogênio inorgânico, estes apresentaram uma concentração de 629,45 mg/L. Na literatura o valor de nitrogênio total (fração orgânica e inorgânica) encontrado foi de 322 mg/L (Konzen, 2005). Percebe-se que o valor prático obtido somente da fração de nitrogênio inorgânico foi 1,9 vezes superior do teórico de nitrogênio total.

A resolução CONAMA 430/2011, com relação ao nitrogênio estabelece limites apenas para a fração de nitrogênio amoniacal, que é de 20 mg/L, logo se lançado em corpo d'água o efluente deste estudo estará ultrapassando em 28 vezes os limites estabelecidos. O nitrogênio amoniacal é tóxico aos peixes na forma de amônia livre (NH₃) mesmo em baixas concentrações, por isto o lançamento em um corpo d'água pode causar danos ambientais.

Os parâmetros analisados, exceto o pH, ficaram todos acima dos valores encontrados na literatura. A justificativa para tal fato, é devido ao tempo de retenção hidráulica. Os biodigestores foram projetados para um

tempo de retenção de 30 dias. Porém, de acordo com o volume de dejetos calculado e o volume útil dos equipamentos, o tempo real de detenção hidráulica está inferior ao do projeto.

O volume útil de cada biodigestor é de 600 m³ e o volume de efluente gerado por dia é de 83 m³, a partir destes dados obteve-se um tempo de retenção (TR) de 14 dias. Este tempo é a metade do recomendado pela literatura, que de acordo com Rizzoni (2012) e Konzen (2005) o tempo para digestão para dejetos de animais domésticos situa-se na faixa de 25 a 32 dias.

Notou-se que as concentrações de todos os metais se apresentaram abaixo dos limites estabelecidos pela CONAMA 430/2011. Porém, elementos como o cobre, zinco, níquel, manganês têm a capacidade de se bioacumular nos organismos. A bioacumulação pode apresentar efeitos imediatos ou crônicos na saúde dos homens e animais pela acumulação por longos períodos e, ainda mais preocupante, consequências genéticas para gerações futuras.

Uma alternativa para a disposição do efluente do biodigestor é a sua utilização como biofertilizante, visto que o mesmo possui nutrientes que são essenciais para as plantas. A quantidade de nutrientes disponíveis nos dejetos suínos para a utilização como biofertilizante, são 606,41 mg/Kg de nitrogênio inorgânico, 2133,915 mg/Kg de potássio e 222,97 mg/Kg de fósforo.

Um fertilizante mineral vendido no mercado possui uma composição de NPK de relação 5: 25:10, logo em 1 Kg de produto tem-se $5,09 \times 10^6$ mg de nitrogênio, $2,55 \times 10^6$ mg de P₂O₅ e 101×10^7 mg de K₂O. A comparação com um fertilizante organomineral de formulação NPK 02:10:10, possui uma composição de $9,00 \times 10^4$ mg de N, $2,02 \times 10^5$ mg de P e $1,48 \times 10^5$ mg de K. Comparando os dois produtos com o biofertilizante suíno, percebe-se que os valores dos nutrientes no fertilizante mineral e no organomineral, são superiores, logo para que o efeito seja o mesmo é necessária uma dose maior do biofertilizante, logo deve ser feita uma análise econômica da utilização do mesmo.

A viabilidade do uso de dejetos suínos como fertilizantes é abordada por Diesel et al (2002), em que afirma que os mesmos só são viáveis economicamente quando apresentarem valores de nutrientes acima de 5kg/m³, valor inferior ao encontrado na granja em questão.

Visto que o uso de dejetos suínos como biofertilizante desse estudo não se mostrou economicamente viável, de acordo com o parâmetro de viabilidade de Diesel et al. (2002), devido ao seu grau de diluição, pelo menos ambientalmente é uma boa solução, pois não usá-los como adubo, implicaria na necessidade de investir em uma unidade complementar de tratamento de dejetos suínos, para atendimento a legislação vigente.

O uso do biofertilizante pode ser com a finalidade de reuso da água, principalmente em áreas com baixo índice pluviométrico, ou áreas distantes de cursos d'água. Grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso quando se usa água de qualidade inferior para irrigação.

Tal medida possibilita que o empreendimento atenda à legislação ambiental vigente, e não tenha gastos com um tratamento posterior. No entanto, alguns estudos devem ser realizados para evitar a contaminação das águas superficiais, subterrâneas e do solo. As águas superficiais podem ser contaminadas devido ao processo de lixiviação de alguns nutrientes, porém para se obter estes resultados é necessário fazer campanhas periódicas para analisar as características físico químicas da água dos mananciais próximos a granja.

Dentre os nutrientes essenciais para as plantas, destaca-se a presença no biofertilizante de nitrogênio, fósforo e potássio, que é composição básica de um fertilizante mineral. O nitrogênio presente no biofertilizante está em sua maior parte na forma amoniacal, visto que no biodigestor não ocorre o processo de nitrificação devido as condições de anaerobiose. As lagoas funcionam não só como tanques de armazenamento, mas nelas deve ocorrer o processo de nitrificação transformando o nitrogênio da amônia a nitrato. Sabe-se que as plantas absorvem o nitrogênio na forma de nitrato e amônia, porém a forma preferencial é a do nitrato, portanto o armazenamento nas lagoas pode ser uma vantagem.

Além dos macronutrientes citados, o biofertilizante apresenta também cálcio, que é importante para a nutrição das plantas e alguns dos micronutrientes que também são essenciais, sendo eles: cloro, cobre, ferro, manganês,

zinco. Portanto ao utilizar o material em culturas, há uma necessidade de verificar a composição do solo, e a necessidade nutricional da planta, pois pode haver uma carência nutricional devido à ausência de alguns elementos no biofertilizante. Apesar de não conter todos os elementos necessários às plantas, a utilização do biofertilizante fornece nutrientes ao solo, e, além disso, pode ser utilizado com a finalidade de reúso da água, principalmente em áreas com baixo índice pluviométrico, ou áreas distantes de cursos d'água.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O efluente do biodigestor possui em sua composição uma elevada carga orgânica, e teores de nitrogênio e fósforo que impedem o seu lançamento em corpos d'água, pois causará impactos ao meio ambiente e infringirá às leis ambientais.

A composição do efluente mostrou-se favorável a nutrição de plantas, logo o mesmo pode ser utilizado como biofertilizante. Porém o seu uso deve ser feito de modo criterioso para não haver problemas ambientais decorrentes do uso excessivo. A utilização do biofertilizante viabiliza o uso do biodigestor na granja sem a necessidade de um tratamento posterior para a disposição final, visto que o mesmo não atende aos requisitos da CONAMA 430/2011. Ambientalmente a utilização de biodigestores mostrou-se favorável, pois promove a interação das atividades produtivas na propriedade com o manejo dos fluxos de energia e nutrientes. Entretanto é necessário fazer um monitoramento para avaliar a qualidade do solo e da água da área onde o biofertilizante será aplicado.

Para trabalhos futuros, recomenda-se realizar estudos, como levantamento do custo total do uso dos dejetos suínos na agricultura, analisando o transporte dos dejetos, capacidade dos veículos de armazenamento para adubação, mão de obra, desgaste do veículo, e balancear o quanto seria economizado com a substituição de fertilizantes químicos pelos biofertilizantes. Além de avaliar o manejo atual da granja, visando à redução do uso da água, visto que com o uso de menos água o dejetos se tornaria mais concentrado, ou seja, mais nutrientes por m³ de dejetos estabilizado.

Após analisar os custos referentes ao uso dos dejetos suínos como biofertilizantes, é interessante avaliar o uso de outro método de tratamento de efluentes suínos, ou seja, um tratamento final, e assim, optar pela melhor solução econômica para atender a legislação em vigor, seja utilizando os dejetos na agricultura ou tratando os, para serem lançados em algum corpo hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OLIVEIRA, P. A V. Manual de manejo e utilização de manejo e utilização dos dejetos de suínos. 188p. Concórdia, SC. Embrapa Suínos e Aves, 1993. Disponível em: < http://www.cnpas.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=1133 >
2. QUARESMA, A., Monitoramento de Microcontaminantes Orgânicos e Inorgânicos nas Águas da bacia do Rio Doce por Métodos Cromatográficos Acoplados à Espectrometria de Massa e Fluorescência de raios – X por Reflexão Total, Modelo de projeto de pesquisa para o exame de qualificação, Universidade Federal de Ouro Preto, 2012.
3. RIZZONI, L. B. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos suínos. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. Ano IX, n. 18, 2012. Disponível em: < <http://www.uff.br/rbcv/ojs/index.php/rbcv> > Acesso em: 27 jun. 2017.
4. KONZEN, E. A., Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola. VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura – Avesui Centro-Oeste Seminários Técnicos de Suinocultura. 2005. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2005/comunicado/Com_124.pdf >. Acesso em: 5 jul. 2013.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 430/11. Brasília, Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646> >. Acesso em: 11 maio 2017.