

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

O BIOGÁS E A PRODUÇÃO DE SUÍNOS DO SUL DO BRASIL¹

Gladis Maria Baches Bühring², Vicente Celestino Pires Silveira³

¹Aceito para Publicação no 2º Trimestre de 2016.

²Doutoranda em Extensão Rural na Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, gmbackes@gmail.com.

³Professor Doutor Associado do Departamento de Educação Agrícola e Extensão Rural na Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, vcpsilveira@gmail.com.

Resumo: A produção intensiva de suínos na região Sul do Brasil é desenvolvida principalmente em propriedades familiares em sistema de integração basicamente. A concentração de dejetos representa uma biomassa residual de elevada carga orgânica, com potencial risco de contaminação ambiental e se não forem geridos de forma adequada, podem acarretar em contaminação dos recursos hídricos, do solo e do ar. O tratamento dos dejetos de suínos pela digestão anaeróbia possui potencial no suprimento energético e de saneamento ambiental no meio rural, produzindo biogás, biofertilizante e reduzindo a matéria orgânica poluente. Nesse contexto, objetivo foi estimar o plantel de suínos da agricultura familiar da região Sul do Brasil, com cálculos da quantidade de dejetos e de produção de biogás, além da redução de emissões de metano para o plantel considerado. Para isso foram utilizados dados de plantel do IBGE, e os cálculos realizados pela metodologia estabelecida pelo Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC) constante nas orientações do UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). A partir deste estudo constatou-se a importância da agricultura familiar na cadeia de produção de suínos, pois detêm 67% do plantel na região Sul do Brasil, com elevado potencial de produção de biogás e de redução de emissão de metano pela adoção do tratamento dos dejetos de suínos através da digestão

anaeróbia, com possibilidade de transformar um passivo ambiental em ativo energético e econômico na propriedade rural.

Palavras-chave: agricultura familiar, energia renovável, suinocultura.

BIOGAS AND THE SWINE PRODUCTION IN SOUTHERN BRAZIL

Abstract: The intensive production of swine in the Southern region of Brazil is developed mainly in family properties, basically on an integration system. Waste concentration represents a residual biomass of high organic load, with potential risk of environmental contamination and, if it is not properly handled, it may lead to contamination of water resources, of the soil and the air. Swine waste treatment through the anaerobic digestion has potential for the energy supply and environmental sanitation in the rural environment, producing biogas, biofertilizer and reducing the pollutant organic matter. In this context, the aim was to estimate the amount of swine in the family farming in Southern Brazil, with calculations of amount of waste and production of biogas, besides the reduction of methane emissions for the amount considered. For this reason, herd data by IBGE were used, and the calculations were carried out with the methodology established by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) set out at the UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) guidelines. From this study, the importance of family farming in the swine production chain was noticed, because it holds 67% of the herd in Southern Brazil, with high potential for biogas production and for the reduction of methane emissions by adopting the swine waste treatment through anaerobic digestion, with the possibility of turning an environmental liability into energy resource and economy in the rural property.

Keywords: family farming, renewable energy, pig farming.

Introdução

Com a demanda crescente de produção de alimentos, a produção agropecuária vem acentuando sua participação nos impactos provocados ao ambiente. Na suinocultura para atender esta demanda, observa-se aumento do número de animais nas unidades produtoras, ocasionando uma maior geração de resíduos com grande potencial poluidor, concentrados em

determinadas regiões. Por outro lado, a oferta de energia atualmente é dependente de fontes fósseis, que são recursos não renováveis e limitados. No entanto, energias renováveis como o biogás, produzido de biomassa residual, tem potencial para auxiliar no balanço energético de uma região ou país, além de contribuir na preservação e proteção ambiental.

O desenvolvimento econômico associado ao estilo de vida da sociedade moderna requer disponibilidade de fontes energéticas, e com isso, aumenta a preocupação com o ambiente. A produção elevada de biomassa residual da atividade suinícola, que é muitas vezes disposta sem tratamento no ambiente, pode ser um fator de agregação de valor na propriedade, pela produção e uso energético do biogás, com possibilidade de redução de custos e melhoria da sanidade, com obtenção da sustentabilidade social, econômica e ambiental na propriedade.

A atividade suinícola no Brasil concentra-se principalmente nos estados do Sul do Brasil e segundo o IBGE/SIDRA (2006), é uma atividade relevante desenvolvida predominantemente pela agricultura familiar, responsáveis por 67% do rebanho de suínos e presente em 88% dos estabelecimentos da agricultura familiar, constituindo uma importante fonte de renda e uma atividade de importância no âmbito econômico e social.

A suinocultura se destaca pela sua qualidade técnica e alta produtividade, no entanto, a viabilidade da atividade é ameaçada quando se trata de questões ambientais, pois é considerada pelos órgãos de controle uma atividade com elevado potencial de poluição (Campos, 2005), conforme a legislação ambiental (Lei 9.605/98 - Lei dos Crimes Ambientais), passíveis de penalidades por eventuais danos causados ao ambiente e a saúde dos homens e animais. Nesse sentido, o uso de biodigestores para tratamento dos dejetos de suínos auxilia na promoção da sustentabilidade econômica e ambiental.

Com a prática da pecuária intensiva na suinocultura, ocorre concentração de um grande número de animais em pequenas áreas, provocando concentração de dejetos com potencial risco de contaminação ambiental, segundo Kunzet al. (2005), portanto há uma necessidade urgente e eficiente de alternativas de tratamento acessíveis para lidar com o excesso de nutrientes e problemas associados com a produção intensiva, como a deterioração da qualidade da água e odores desagradáveis (MARTINEZ-ALMELA e BARRERA, 2005).

Mudanças econômicas, ambientais e políticas são fundamentais para a sobrevivência da suinocultura e o crescimento da conscientização ambiental. A intensificação da produção animal é acompanhada da produção de um excedente de dejetos, o que representa uma ameaça potencialmente prejudicial ao ambiente, com influência negativa na qualidade de vida do

meio rural, e que requer gerenciamento adequado para exportar e redistribuir o excesso de nutrientes dos dejetos. A digestão anaeróbia destes dejetos possui vários benefícios: melhora a qualidade do fertilizante, reduz odores e patógenos, e a produção de um combustível renovável, o biogás.

A produção de biogás fornece energia renovável versátil e flexível, adequada para aplicações diversas, podendo ser usado na geração de calor e eletricidade, ser distribuído através da infraestrutura existente de gás natural e utilizado nas mesmas aplicações, além de poder substituir os combustíveis fósseis no setor de transportes. Possui vantagens em comparação com outras energias renováveis, pois pode ser produzido quando necessário e ser facilmente armazenado.

A digestão anaeróbia de biomassa residual é de interesse crescente e tem sido uma forma mundialmente usada para tratamento e representa uma fonte alternativa de energia (MASRI, 2001). Esta tem sido avaliada como uma das tecnologias mais eficientes em termos energéticos e ambientalmente benéfica para a produção de bioenergia de acordo com Fehrenbach et al. (2008), e com possibilidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em relação aos combustíveis fósseis pela utilização dos recursos disponíveis localmente. Além disso, o efluente digerido no processo melhora sua disponibilidade aos cultivos como fertilizante, que pode substituir o fertilizante de origem mineral (WEILAND, 2010).

A produção de energias renováveis apresenta uma série de benefícios sócio econômicos. Nas áreas rurais podem contribuir significativamente para o seu desenvolvimento através da melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes, com criação de novas oportunidades de emprego, complementando trabalhos agrícolas tradicionais (BERGMANN et al., 2008; DEL RIO e BURGUILLO, 2009). E entre as energias renováveis, o biogás tem o potencial para ser integrado na economia rural, uma vez que utiliza recursos endógenos. Com a produção do biogás em áreas rurais, a paisagem agrícola e também práticas agrícolas são transformadas, exigindo novas formas de organizar processos de produção de energia (BLUEMLING et al., 2013).

Portanto, pela digestão anaeróbia, não só os resíduos da produção de suínos podem ser descartados de maneira apropriada, mas o processo de produção de biogás também fornecerá uma fonte de energia barata e renovável.

No processo de digestão anaeróbia ocorre em uma série de reações metabólicas (hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese), realizada por uma variedade de microrganismos e a produção de um gás que contém principalmente metano (CH_4) e um

substrato digerido (biofertilizante), que pode ser utilizado como fertilizante (THEMELIS e ULLOA, 2007). Assim a digestão anaeróbia de dejetos de animais converte resíduos orgânicos em biogás, usado para produzir energia que pode ser exportada ou consumida pelo próprio sistema de produção ou em outro sistema da propriedade e o biofertilizante aplicado nas áreas agrícolas.

Para Kashyap et al. (2003), o bom funcionamento de um sistema de biogás pode render benefícios para a sociedade e o ambiente em geral, que incluem: produção de energia, transformação dos dejetos em adubo de alta qualidade, redução de patógenos, proteção da água do solo, do ar e vegetação lenhosa; benefícios micro e macroeconômicos através de substituição de energia e fertilizantes e gerações descentralizada de energia, portanto, o desenvolvimento da cadeia do biogás pode contribuir substancialmente para a conservação ambiental e o desenvolvimento local e territorial.

O biogás oriundo de dejetos de animais pode ser analisado em três eixos: energia, agricultura e meio ambiente. Entre as principais vantagens de produção de biogás para o setor da energia está a produção energética com dióxido de carbono (CO_2) neutro; na agricultura as vantagens são melhor utilização do nitrogênio, a proporção de fósforo/potássio é equilibrada, o material digerido é homogêneo e fluido, livre de sementes de plantas daninhas e germes patogênicos; e em relação ao ambiente, as principais vantagens referem-se a redução da lixiviação do nitrogênio, redução de odor e de emissões de gases de efeito estufa, e reciclagem da biomassa residual (BIRKMOSE, 2007).

A produção de suínos no Brasil é uma atividade importante (Kunzet et al., 2009) e com a expansão do desenvolvimento deste setor, estão envolvidos impactos ambientais e socioeconômicos, que incluem um aumento no depósito de dejetos no solo, das emissões atmosféricas de amônia e diminuição da qualidade da água; mas, a questão relevante envolve a criação de animais por causa da elevada quantidade de resíduos gerados e por consequências impacto na poluição do ar, dos recursos hídricos e do solo (ZHU, 2000; PEREIRA et al., 2008). Este resíduo tem altas concentrações de matéria orgânica, nutrientes e metais pesados com elevado potencial de poluição (STEINMETZ et al., 2009).

No solo a disposição dos dejetos de suínos altera sua capacidade de filtração e retenção de nutrientes; e na água os efeitos ocorrem principalmente pelo nitrogênio e excesso de fósforo lançados pelo processo produtivo deste setor (PEREIRA et al., 2008). Outro problema na suinocultura é o odor, e segundo Zhu (2000), a proliferação de odores na

suinocultura é resultado da alta densidade de confinamento, causando poluição do ar, gerando uma necessidade premente de métodos eficazes de controle.

A preocupação ambiental causada pela eliminação dos dejetos de suínos originados sob confinamento gera desafios tecnológicos, que dependem de vários fatores, tais como capacidade de suporte planta/solo, a disponibilidade de terras, e capacidade de investimento e a adoção de tecnologias avançadas para tratamento dos dejetos pelos produtores (Kunzet al., 2009), especialmente os produtores familiares.

A grande quantidade de dejetos animais produzidas no setor de suinocultura, representa uma biomassa residual de elevada carga orgânica, um passivo ambiental comum risco de poluição e com um potencial de impacto negativo no ambiente, se não for gerida de forma adequada. Para evitar as emissões de gases de efeito estufa, lixiviação de nutrientes e matéria orgânica para o ambiente natural é necessário fechar-se os ciclos (figura1). Assim, o ciclo de nutrientes no processo de produção de biogás é fechado, pois o metano (CH_4) é usado para produção de energia e dióxido de carbono (CO_2) é liberado para a atmosfera e captado novamente pela vegetação durante a fotossíntese.

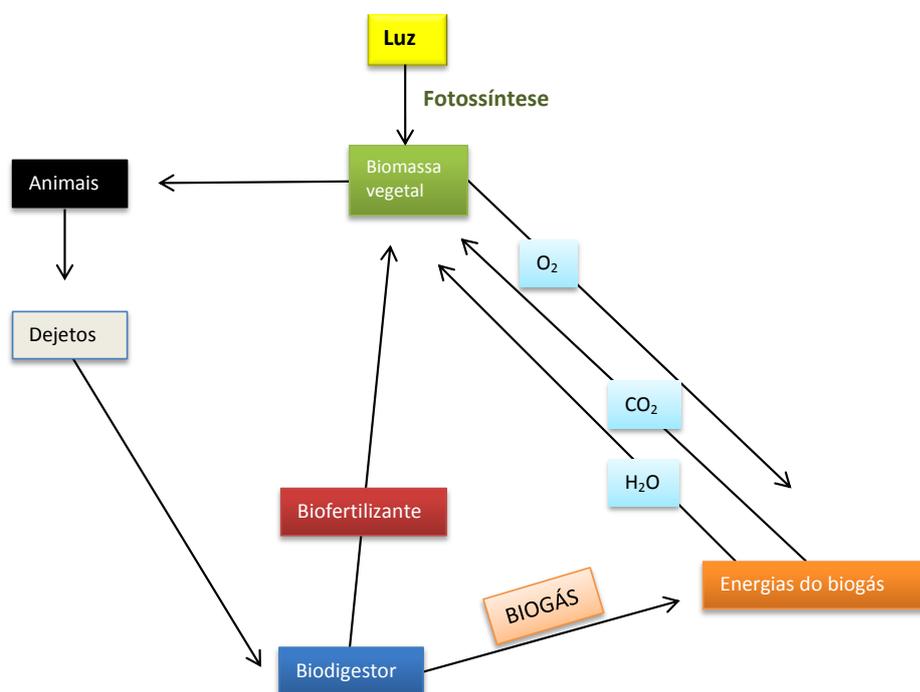


Figura 1 -Representação esquemática do ciclo sustentável da digestão anaeróbia de dejetos de animais.Fonte: Modificado de Al Seadi (2002).

Segundo Holm-Nielsen (2009) o ciclo de produção de biogás representa um sistema integrado de produção de energias renováveis, com utilização de recursos, tratamento orgânico de resíduos, reciclagem de nutrientes e redistribuição, gerando benefícios agrícolas e ambientais.

O Brasil possui condições de se tornar cada vez mais uma referência na produção de energias renováveis, e neste sentido a Região Sul se destaca com um grande potencial para a produção de energia a partir do biogás, pois possui tradição na produção de suínos pela agricultura familiar.

A problemática da exploração desta atividade é a grande produção de dejetos, que são resíduos orgânicos com potencial poluidor elevado e que na maioria dos casos não recebem tratamento adequado, sendo lançados diretamente no solo. Desta forma, o uso de biodigestores como processo para auxiliar na sustentabilidade da atividade suinícola, além da possibilidade de agregar renda ao produtor com o aproveitamento energético do biogás, diminui os custos e impactos ambientais. Assim, verifica-se a necessidade da busca por soluções que visem minimizar os problemas ambientais decorrentes da atividade na região. E uma das propostas para esta situação, pode ser o tratamento dos dejetos pelo processo de digestão anaeróbia, potencializando a geração de energia.

O potencial energético da biomassa residual da produção suinícola pode ser calculado e analisado para implantação de unidades geradoras na agricultura familiar, mas demanda análise, tecnologias e entendimento do desenvolvimento do território em que se encontra. Portanto, a energia do biogás por estar dispersa em propriedades rurais, possui vasta distribuição territorial.

Assim sendo, a identificação da concentração do plantel de suínos em determinados territórios, e, portanto com consequente extenso volume de dejetos, é o primeiro passo para elaboração de um projeto para produção de biogás e geração de energia. Nesse sentido, buscou-se estimar o plantel de suínos da agricultura familiar da região Sul do Brasil, a quantidade de dejetos e de produção de biogás, além da redução de emissões de metano.

Materiais e métodos

O levantamento de dados referentes ao plantel de suínos e número de estabelecimentos com produção de suínos da região Sul do Brasil foi realizado no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, do censo agropecuário de 2006, e da Produção da Pecuária Municipal de 2013. Os dados do IBGE/SIDRA são fonte oficial de dados da

suinocultura que leva em conta a agricultura familiar. Os resultados foram agrupados por estados da região Sul e Brasil, e classificados em agricultura familiar e agricultura não familiar. Por tratar-se de dados de 2006, foi realizada uma estimativa utilizando os dados da Produção Pecuária Municipal de 2013, que são dados totais do plantel de suínos e extrapolados pela porcentagem do plantel da agricultura familiar, considerando a mesma porcentagem de plantel da agricultura familiar dos dados do censo agropecuário de 2006.

Para o cálculo de estimativa do potencial de produção do biogás e das reduções das emissões de metano da agricultura familiar da região sul do Brasil foram utilizadas informações do plantel de suínos dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Após o levantamento dos dados do plantel, foi calculada a estimativa (equações 1 e 2) utilizando como base a metodologia estabelecida pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) constante nas orientações do UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Os valores de referência são estabelecidos pelo Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2006).

As reduções das emissões de metano calculadas foram estimadas com base na metodologia citada, quando se utiliza os biodigestores como forma de tratamento de dejetos, sendo as reduções estimadas pela diferença entre as emissões da linha de base, ou seja, entre as emissões do uso de lagoas abertas e as emissões com uso do biodigestor. No cálculo das emissões de metano não foram contabilizadas as fugas físicas de biogás no sistema, as emissões da queima ou combustão do biogás, o dióxido de carbono proveniente da utilização de combustíveis fósseis ou energia elétrica para o funcionamento de todas as instalações e as emissões no transporte e as emissões provenientes da armazenagem dos dejetos antes de serem alimentados no biodigestor.

$$EAM = GWP_{CH_4} * D_{CH_4} * Ufb * \sum MCF * B_0 * N_a * \left(\frac{PM}{P_p}\right) * SV * N_d * MS \quad (\text{Equação 1})$$

$$PAB = \left[\left(\frac{EAM}{GWP_{CH_4}} \right) / D_{CH_4} \right] / \left(\frac{CH_4}{100} \right) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

EAM: Emissão anual de metano (tCO₂e)

PAB: Produção anual de biogás (m³/ano)

GWP CH₄: Potencial de aquecimento global do metano comparado com o do dióxido de carbono

D_{CH₄}: densidade do metano na temperatura de 20 C° e a 1atm de pressão

Ufb: Fator de correção por incertezas

MCF: Fator anual de conversão de metano para a linha de base do sistema (lagoa aberta)

B₀: Capacidade máxima de produção de metano por dejetos (m³CH₄/kg/SV)

N_a: Número de animais (cabeças)

PM: Peso médio dos animais (kg)

P_p: Peso padrão do IPCC (Kg)

SV: taxa dos sólidos voláteis dos dejetos, padrão IPCC (kgSV/cab/dia)

N_d: Números de dias no ano onde o sistema de tratamento é operacional (dias/ano)

MS: Fração de dejetos manuseados no sistema de gerenciamento de dejetos (%)

CH₄: Porcentagem de metano no biogás (%).

Os valores de referencia usados nos cálculos encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 -Valores utilizados para o calculo de biogás do plantel de suínos da agricultura familiar da região Sul.

Suínos de engorda	
Dejetos (m ³ /dia)	0,007*
PM (Kg)	70**
P _p (Kg)	50
N _d _{ano} (dias/ano)	330**
SV (kg SV/cab/dia)	0,30
B ₀ (m ³ CH ₄ /kg SV)	0,29
MCF _{baseline} (%)	78
MCF _{projeto} (%)	10
Ufb	0,94
MS (%)	100
CH ₄ no biogás (%)	60
Densidade CH ₄ (ton/m ³)	0,00067
GWP CH ₄	21

Fonte: IPCC(2006)

*Oliveira (1993)

** Estimativa dos autores

Resultados e discussão

A tabela 2 apresenta os dados do número de suínos na agricultura familiar e não familiar, nos estados do Sul e no Brasil. Diante dos dados é inegável a relevância da

agricultura familiar na cadeia produtiva da suinocultura na região sul, pois detém a maioria do plantel (67%) de suínos, proporção conforme dados do IBGE/SIDRA (2006).

Tabela 2 - Plantel de suínos na agricultura familiar a não familiar da região Sul e no Brasil.

	Cabeças de suínos				Total
	Agric. Familiar	%	Agric. não familiar	%	
SC	4.201.433	67	2.069.364	33	6.270.797
RS	4.424.623	70	1.896.267	30	6.320.890
PR	3.300.016	62	2.022.591	38	5.322.607
SUL	12.002.576	67	5.911.718	33	17.914.294
BRASIL	21.678.719	59	15.064.874	41	36.743.593

Fonte: Modificado de IBGE/SIDRA (2006) e PPM (2013)

Na tabela 3, estão os dados referentes ao número de estabelecimentos com criação de suínos na região Sul. Quanto ao modelo organizacional, a suinocultura na região sul, é caracterizada com grande participação de agricultores familiares integrados a empresas e cooperativas agroindustriais. Os contratos de integração se tornaram a principal estrutura de governança nas principais regiões produtoras de suínos do Brasil (MIELI e WAQUIL, 2007).

Tabela 3 - Número de estabelecimentos com produção de suínos na agricultura familiar e não familiar da região Sul e no Brasil.

	Nº de estabelecimentos com produção de suínos				Total
	Agric. familiar	%	Agric. não familiar	%	
SC	73.708	90	8.616	10	82.324
RS	209.245	89	24.824	11	234.069
PR	115.266	85	20.211	15	135.477
Sul	398.219	88	53.651	12	451.870
Brasil	1.275.865	85	220.246	15	1.496.111

Fonte: IBGE/SIDRA (2006)

A abordagem para o tratamento de dejetos deve abranger tratamentos eficazes que sejam economicamente viáveis para sustentar o negócio de produção e também benéfico para o ecossistema, que incluem estabilização e sequestro de carbono, a eliminação de nitrogênio e enxofre, e melhorias da produtividade do solo (MARTINEZ-ALMELA e BARRERA, 2005). Assim, a digestão anaeróbica pode ser usada como tratamento dos dejetos de suínos, reduzindo a capacidade de poluição e gerando o biogás e o biofertilizante (ALVAREZ e GUNNAR, 2008).

Outra questão é que o investimento no tratamento dos dejetos em biodigestores permite a ampliação do plantel na propriedade quando a restrição para a expansão for o fator ambiental, como a falta de área para disposição adequada dos dejetos, com elaboração de um plano técnico de manejo e adubação considerando a composição química do biofertilizante, a área a ser utilizada, a fertilidade e tipo de solo e as exigências da cultura a ser implantada.

Quanto ao tratamento dos dejetos, busca-se pela digestão anaeróbia uma redução significativa das emissões de gases do efeito estufa quando comparada às emissões que ocorreriam na sua ausência, ou seja, a disposição dos dejetos em lagoas abertas.

Na tabela 4, foi possível estimar a produção de dejetos, o potencial de produção de biogás pela digestão anaeróbia pelo plantel da suinocultura da agricultura familiar e a redução de emissões de gases de efeito estufa quando ocorre o tratamento dos dejetos pela digestão anaeróbia em biodigestores, com combustão do biogás, que é convertido em CO₂, evitando, portanto, as emissões de metano. Entretanto é necessário ressaltar que tratam-se de estimativas, pois o plantel de suínos utilizado no cálculo não leva em conta o sistema de criação, sendo que foi simulado pelo sistema de terminação (engorda). Além disso, outras variáveis influenciam o potencial de produção do biogás, como o tipo de alimentação, o manejo dos animais na granja, da água e dos dejetos, a tecnologia empregada na digestão anaeróbia, além de fatores climáticos (SILVA et al. 2015).

Quanto a produção de dejetos na suinocultura, é composta de fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e usada na higienização do local, resíduos de ração, pêlos e poeira provenientes do sistema criatório (MIRANDA, 2009).

Tabela 4 - Estimativa do potencial de produção de dejetos, biogás e de redução de emissões de metano pelo plantel de suínos da agricultura familiar da região Sul.

	Produção de dejetos (m³/ano)	Produção de biogás (m³/ano)	Redução de emissões tCO₂e/ano
Rio Grande do Sul	10.220.879	217.324.508	1.599.441
Santa Catarina	9.705.310	206.362.070	1.518.761
Paraná	7.623.036	162.087.110	1.192.910
Região Sul	27.549.225	585.773.688	4.311.112

A equivalência energética do metro cúbico de biogás é descrito por Barreira (2011). Nesse sentido, é possível estimar a equivalência energética do biogás produzido pelos dejetos do plantel de suínos da agricultura familiar. O biogás estimado em equivalência com a

gasolina (0,613 litro de gasolina) geraria em torno de 983.779 litros por dia, o que permitiria, por exemplo, rodar diariamente em torno de 13.772.904 km considerando-se um carro popular, que faz em torno de 14 km/l de gasolina. Seria possível substituir de gás de cozinha (GLP) pelo biogás (0,454 litro de gás de cozinha) o que geraria 728,6 m³ de GLP por dia, ou 265.941 m³ por ano. Poderia também considerar o consumo médio de energia elétrica (1,428 kW de eletricidade) de uma residência da região Sul, que segundo a Empresa de Pesquisa Energética no ano de 2013 foi de 181,1 kW/h por mês, e nesse caso, ter o equivalente a 384.909 residências atendidas mensalmente.

Segundo o IPCC (2006), os principais fatores que afetam as emissões de metano são a quantidade de dejetos produzida e a fração de dejetos que se decompõe anaerobicamente. O primeiro depende da taxa de produção de dejetos por animal e do número de animais e o segundo de como os dejetos são manejados. No armazenamento os dejetos de suínos sofrem decomposição anaeróbia naturalmente, sendo que o volume do material armazenado, o seu teor de matéria seca são os principais fatores que influenciam as emissões de metano e de amônia para a atmosfera (NICHOLSON e BREWER, 1997). Portanto, a degradação natural dos dejetos, levando a emissões de CH₄ durante o armazenamento, é indesejável devido aos efeitos do aquecimento global como um resultado da liberação de gases de efeito estufa (HUSTED, 1994; STEED e HASHIMOTO, 1994).

A fim de reduzir as emissões de CH₄, é essencial entender como diferentes práticas de gerenciamento de dejetos influenciam as taxas e as emissões para identificar medidas específicas para o controle (JARVIS e PAIN, 1994). O sistema de gerenciamento de dejetos mais comum em uso no Brasil são em lagoas ou em esterqueiras (KUNZ et al., 2004). O dejetos é armazenado e estabilizado e em seguida, removido e espalhado como fertilizante. O sistema é caracterizado por baixos custos de implantação e fácil manejo, mas necessita de área física significativa para distribuir os dejetos (KUNZ et al., 2005).

Para o licenciamento ambiental dos empreendimentos de suinocultura, estas devem ter uma esterqueira. Por exemplo, o regulamento ambiental do Rio Grande do Sul requer que uma licença ambiental apresente provas de que o dejetos será armazenado por pelo menos 120 dias, além de evidências de que o produtor possui terras suficientes à sua disposição ou contratos com outros agricultores para a quantidade de dejetos a ser espalhado (FEPAM, 2009). Quando adequadamente estabilizados, os dejetos de suínos podem se constituir em fertilizantes eficientes (BURTON e TURNER, 2003).

Segundo Bluemling et al. (2013), a produção de biogás rural difere de outras fontes de energia renováveis na medida em que está incorporado no setor agrícola e estão relacionadas estruturas institucionais e políticas. Em oposição a outras fontes de energia renováveis, a produção não depende apenas da matéria prima (material orgânico), mas também das estruturas institucionais e do envolvimento dos agricultores para tornar a energia disponível (BLUEMLING et al., 2013).

Conclusões

Pela metodologia adotada foi possível fazer uma estimativa da produção de dejetos, de biogás do plantel de suínos da agricultura familiar e da redução de emissões de metano na simulação de adoção de biodigestor no tratamento dos dejetos. A produção e utilização de biogás a partir da digestão anaeróbia da biomassa residual fornece benefícios ambientais para os agricultores envolvidos e para a sociedade como um todo, e, ainda, melhora os padrões de vida e contribui para o desenvolvimento econômico e social na propriedade rural.

Para implantação de um sistema de produção de biogás e uso energético a partir de biomassa residual na agricultura familiar é necessário fazer o dimensionamento da escala de produção, pois pode ser um fator limitante na viabilidade econômica e financeira do empreendimento, e neste caso, a organização dos produtores familiares de um território relativamente próximo em forma de condomínio, na forma de produção descentralizada, pode gerar um ganho em escala, ou seja, em volume de biogás.

A produção intensiva de suínos pode ter graves consequências ambientais e é uma fonte considerável de emissões de gases de efeito estufa. Aproveitar o dejetos suíno possibilita transformar um passivo ambiental em ativo energético e econômico, para autossuficiência energética das atividades produtivas, com vantagens para a propriedade, com melhoria da qualidade de vida da família. Além disso, geração de biogás em biodigestores com uso de biomassa residual não compete com a produção de alimentos, e desta forma ainda promover o saneamento ambiental na propriedade.

Finalmente, o tratamento de dejetos da suinocultura da agricultura familiar auxilia no cumprimento das metas do Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono), que prevê redução de 6,9 milhões tCO₂eq. até o ano de 2020.

Referências

- AL SEADI, T. Good Practice in quality management of AD residues from biogas production. **IEA Bioenergy**, Task 24: Energy from Biological Conversion of Organic Waste. 2002. Disponível em: <<http://www.iea-biogas.net/>>. Acesso em: 01 set. 2015.
- ALVAREZ, R.; GUNNAR, L. Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste. **Renewable Energy**, v. 33, p. 726-734, 2008.
- BARREIRA, P. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. 3. ed. São Paulo: Editora Ícone, 2011. 106 p.
- BERGMANN, A.; COLOMBO, S.; HANLEY, N. Rural versus urban preferences for renewable energy developments. **Ecological Economics**, v. 65, n. 3, p. 616–625, 2008.
- BIRKMOSE, T. **Digested manure is a valuable fertilizer**. In: Proceedings of European Biogas Workshop – The Future of Biogas in Europe III, 2007, Esbjerg – Denmark. Disponível em: <<http://www.ramiran.net/doc07/Biogas%20III/Proceedings%20Biogas.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2015.
- BLUEMLING, B.; MOL, A.P.J.; TU, Q. The social organization of agricultural biogas production and use. **Energy Policy**, v. 63, p. 10-17, 2013.
- BURTON, C. H.; TURNER, C. **Manure management: treatment strategies for sustainable agriculture**. 2. ed. Silsoe: Silsoe Research Institute, 2003, 451 p.
- CAMPOS, C.M.M.; MOCHIZUKI, E.T.; DAMASCENO, L.H.S.; BOTELHO, C.G. Avaliação do potencial de produção de biogás e da eficiência de tratamento do reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) alimentado com dejetos de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 848-856, 2005.
- DEL RIO, P.; M. BURGUILLO. An empirical analysis of the impact of renewable energy development on local sustainability. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, p. 1314-1325, 2009.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2014 ano base 2013**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202014.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2015.
- FEHRENBACH, H.; GIEGRICH, J.; REINHARDT, G.; SAYER, U.; GRETZ, M.; LANJE, K.; SCHMITZ, J. **Kriterien einernachhaltigen Bioenergienutzung im globalen Maßstab**. UBA-Forschungsbericht, nr. 206 41 112. Disponível em: <http://www.ifeu.de/nachhaltigkeit/pdf/summary%20criteria%20sustainable%20biomass_DE.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2015.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER. **Critérios técnicos para o licenciamento ambiental de novos empreendimentos destinados à suinocultura**. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/central/diretrizes/diret_suinos_novos.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2015.

HOLM-NIELSEN, J.B.; AL SEADI, T.; OLESKOWICZ-POPIEL, P. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5478–5484, 2009.

HUSTED, S. Seasonal variation in methane emission from stored slurry and solid manures. **Journal of Environmental Quality**, v. 23, n. 3, p. 585–592, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2014/default.shtm>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: **Emissions from Livestock and Manure Management**. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. 2006. 87p.

JARVIS, S. C.; PAIN, B. F. Greenhouse gas emissions from intensive livestock systems: their estimation and technologies for reduction. **Climatic Change**, v. 27, n. 1, p. 27–38, 1994.

KASHYAP, D.R.; DADHICH, K.S.; SHARMA, S.K.; Biomethanation under psychrophilic conditions: a review. **Bioresource Technology**, v. 87, n. 2, p. 147–153, 2003.

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P.A.. TECNOLOGIAS DE MANEJO E TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS ESTUDADAS NO BRASIL. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R.L.R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 22, p. 5485–5489, 2009.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.; HIGARASHI, M. M.; SANGOI, V. **Recomendações técnicas para uso de esterqueiras para a armazenagem de dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, n. 361, p. 1-4, 2004. (Embrapa Suínos e Aves, Comunicado Técnico 361)

MARTINEZ-ALMELA, J.; BARRERA, J. M. SELCO-Ecopurin pig slurry treatment system. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 2, p. 223–228, 2005.

MASRI, M. R. Changes in Biogas Production due to Different Ratios of Some Animal and Agricultural Wastes. **Bioresource Technology**, v. 77, n. 1, p. 97-100, 2001.

MIELE, M.; WAQUIL, P. D. Estrutura e dinâmica dos contratos na suinocultura de Santa Catarina: um estudo de casos múltiplos. **Estudos Econômicos**, v. 37, n. 4, p. 817-847, 2007.

MIRANDA, A. P. **Suínos em diferentes fases de crescimento alimentados com milho ou sorgo: desempenho, digestibilidade, e efeitos na biodigestão anaeróbia**. 2009. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2009.

NICHOLSON, R. J.; BREWER, A. J. Estimates of volumes and exposed surface areas of stored animal manures and slurries in England and Wales. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 66, p. 239–250, 1997.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993.188p. (EMBRAPA - CNPSA. Documento 27).

PEREIRA, B.D.; MAIA, J.C.S.; CAMILOT, R. Technical efficiency in swine breeding: effect of the expenses with the environment and fiscal renunciation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 200-204, 2008.

SILVA, J.L.G.; SILVA, A.C.C.; MITO, J.Y.L.; VENDRAME, M.G.; NASCIMENTO, K.R.; MENDES, I.S. **Estimativa do potencial de produção de biogás no Brasil apartir de dejetos suínos**. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais-SIGER, 4. 2015, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: Sbera, 2015. Disponível em:< http://www.sbera.org.br/4sigera/files/ANAIS_IVSIGERA.pdf> Acesso em: 08 set. 2015.

STEED, J.; HASHIMOTO, G. Methane emissions from typical manure management systems. **Bioresource Technology**, v. 50, n. 2, p.123–30, 1994.

STEINMESTZ, R.L.R.; KUNZ, A.; DRESSLER, V.L.; FLORES, E.M.M.; MARTINS, A.F. Study of metal distribution in raw and screened swine manure. **Clean - Soil Air Water Journal**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 239-244, 2009.

THEMELIS, N. J.; ULLOA, P. A. Methane generation in landfills. **Renewable Energy**, v. 32, p. 1243-1257.

WEILAND, P. Biogas production: current state and perspectives. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 85, n. 4, p. 849-860, 2010.

ZHU, J.A review of microbiology in swine manure odor control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 78, n. 2, p.93–106, 2000.