



TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE SUÍNOS COMO FONTE DE RENDA PARA OS PRODUTORES

Rafael Souza **Pedrao**¹; José Dilcio **Rocha**²

Nº 20507

RESUMO – Considerando a grande quantidade de carne suína produzida no Brasil, é evidente que esse setor gerou poluição decorrente dos dejetos suínos. A microbacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, no município de Concórdia, SC, tem um total de 71 produtores. O presente trabalho utilizou a capacidade produtiva das propriedades e o sistema de produção de cada uma delas como dado primário para apresentar os benefícios da instalação de um sistema de tratamento de dejetos suínos usando biodigestores. Somadas as receitas de todos os produtores da região, eles poderão aumentar a renda em até 782.494,60 reais por mês.

Palavras-chaves: biodigestor, biogás, dejetos.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Ciências Econômicas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP; rafael.pedrao@usp.br.

2 Orientador: Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas-SP; jose.rocha@embrapa.br.



ABSTRACT – *Considering the large amounts of pork produced in Brazil, it is clear that this sector generated pollution due to animals' manure. The region of the Lajeado dos Fragosos basin, in the city of Concórdia/SC, houses 71 producers. This project used the productive capacity of the properties and the production system of each one of them as primary data to present the benefits of installing a biodigester-based treatment for swine manure. When added, the revenues of all producers in the region may can increase their income by up to 782,494.60 reais per month.*

Keywords: biodigester, biogas, manure.

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura desempenha um papel de destaque na economia brasileira, pois o setor apresenta alta movimentação econômica tanto no mercado doméstico quanto no mercado mundial. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (2020), em 2019, o Brasil ocupou a 4ª posição no ranking de maiores produtores de suínos, totalizando uma produção de 3,983 milhões de toneladas. Além disso, de acordo com a Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), o mercado brasileiro é o 4º maior exportador mundial, totalizando 861 mil toneladas.

No mercado interno, conforme informado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Santa Catarina é o estado de maior notoriedade na produção de carne suína, pois, no ano de 2019, foi o responsável por 27,15% da carne suína produzida nacionalmente, além de 55,50% de toda carne suína exportada pelo país.

Como consequência dessa alta produção, a poluição causada pelos dejetos suínos é uma externalidade negativa que causa grandes impactos na natureza. Atualmente, para diminuir o efeito da disposição dos dejetos animais, os produtores localizados em Santa Catarina devem obter licença ambiental do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), seguindo a “Instrução Normativa Nº 11 – Suinocultura”. A instrução orienta os produtores a adotarem três tipos de tratamento de dejetos de suínos: a compostagem, o sistema de camas sobrepostas e a digestão anaeróbia utilizando digestor do tipo lagoa coberta. A digestão anaeróbia a partir de um biodigestor é o modo mais adequado para o tratamento desses dejetos, pois tem o potencial de produzir biogás e biofertilizantes líquido e sólido (Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina, 2014).

O biogás tem origem em um processo biológico. A matéria orgânica sob a ação de microrganismos em meio anaeróbio produz uma mistura gasosa chamada de biogás (ProBiogás,



2010). Esse gás é composto principalmente de metano e de dióxido de carbono, com pequenas quantidades de hidrogênio, sulfeto de hidrogênio e amônia. O biogás pode ser utilizado como gás combustível em substituição ao gás natural ou gás liquefeito do petróleo (GLP).

O biofertilizante é composto basicamente pelos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Segundo Olivi et al. (2015), esse tipo de fertilizante pode substituir o fertilizante químico, pois apresenta composição similar. Contudo, os autores afirmam que se deve atentar para o fato de que o seu uso excessivo, assim como ocorre com o fertilizante químico, pode gerar um desequilíbrio no solo, prejudicando a produtividade da cultura.

O objetivo deste estudo é mostrar que os produtores poderão adquirir receitas extras caso aproveitem os produtos da digestão anaeróbica: o biogás e o biofertilizante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente trabalho foram utilizados dados primários referentes a 71 propriedades produtoras de suínos, localizadas na bacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, Concórdia/SC. As variáveis consideradas foram a capacidade produtiva das propriedades e o sistema de produção de cada uma delas. Os sistemas de produção foram divididos em: crechário (CR), granja de reprodutores suínos certificada (GRSC), ciclo completo (CC), unidade de crescimento ou terminação (UCT) e unidade produtora de leitão (UPL). A Tabela 1 apresenta as características gerais das propriedades produtoras de suínos.

Tabela 1. Síntese das características das propriedades.

Quantidade de produtores	71
Média de suínos por propriedade	1.025
Mediana de suínos por propriedade	730
Quantidade máxima de suínos em uma propriedade	7.887
Quantidade mínima de suínos em uma propriedade	42
Desvio padrão	1.075

2.1 Quantificação de dejetos suínos

A partir dos dados da Tabela 1, foram calculadas as quantidades de dejetos produzidos por cada propriedade. O cálculo do volume de efluentes gerados por dia (Equação 1) utilizou a fórmula proposta por Kunz e Oliveira (2006).

$$Q = N^{\circ} \times PD \quad (1)$$



Na qual:

Q é o volume total de dejetos por dia (m³/dia);

Nº é o número de animais de cada proprietário;

PD é o volume de dejetos líquidos produzidos por animal e por categoria por dia (m³/dia).

A Tabela 2 apresenta o fator para cada sistema de produção usado na Equação 1 segundo a Instrução Normativa Nº11– Suinocultura, do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

Tabela 2. Volume de dejetos líquidos produzidos por animal e categoria (m³/dia).

Terminação	UPL	Ciclo completo	Creche	GRSC (UPL)
0,0045	0,0228	0,0471	0,0023	0,0228

2.2 Produção de biometano e biogás

Com o objetivo de obter uma estimativa do potencial de produção de biometano, foi utilizada a metodologia proposta por Kunz e Oliveira (2006). Os parâmetros de sólido voláteis (SV) e de capacidade máxima teórica de produção de metano a partir de dejetos suínos (B°) foram extraídos do estudo de Embrapa (2018). O cálculo da estimativa da produção diária de biometano foi feito utilizando a Equação 2.

$$PrM = B^{\circ} \times SV \times Q \quad (2)$$

Na qual:

PrM é a produção diária de biometano (m³/dia);

B° é a capacidade máxima teórica de produção de metano pelos dejetos suínos (m³/kg);

SV é a concentração de sólidos voláteis (35,38 g/L);

Q é o volume total de dejetos ao dia (0,32 m³/dia).

Para estimar o potencial de produção diária de biogás (Equação 3), foi necessário fazer a conversão de potencial de produção de biometano para potencial de produção de biogás. O parâmetro de conversão (Mito et al., 2018) considerou a proporção de 60% de biometano no biogás.



$$PrB = PrM \times C^\circ \quad (3)$$

Na qual:

PrB é a produção diária de biogás (m³/dia);

PrM é a produção diária de biometano (m³/dia);

C° é o coeficiente de conversão (≈1,67).

2.3 Quantidade de minerais e área irrigável

Também foi possível estimar a quantidade potencial de N, P₂O₅ e K₂O (nitrogênio, pentóxido de fósforo e óxido de potássio) produzidos como resultado da biodigestão. Para isso, foram utilizados os dados referentes à oferta de nitrogênio, fósforo e potássio, calculada a partir da excreção do equivalente em N, P₂O₅ e K₂O por unidade animal alojada nos diferentes sistemas de produção conforme a Instrução Normativa N°11, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio calculada a partir da excreção do equivalente em N, P₂O₅ e K₂O por animal nos diferentes sistemas de produção (kg/ano).

Sistema de produção	N	P	K
Terminação	8,00	4,30	4,00
UPL	25,70	18,00	19,40
Ciclo completo	85,70	49,60	46,90
Creche	0,40	0,25	0,35
GRSC (UPL)	25,70	18,00	19,40

Para estimar as quantidades de nitrogênio, pentóxido de fósforo e óxido de potássio contidas nos dejetos suínos, foi preciso multiplicar os parâmetros da Tabela 2 pela quantidade de animais de cada propriedade. Além disso, foram considerados mais dois parâmetros: perdas ou remoção de nutrientes quando o tratamento ocorre em biodigestores e índice de eficiência agrônômica dos nutrientes. Portanto, para estimar as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio presentes no efluente de cada propriedade foram utilizadas as Equações 4, 5 e 6. O cálculo da estimativa da produção anual de N, P₂O₅ ou K₂O (kg/ano) foi feito utilizando a Equação 4.

$$Q_i = N^\circ \times I_i \times P_i \times E_i \quad (4)$$



Na qual:

Q_i é a produção anual de nitrogênio, pentóxido de fósforo ou óxido de potássio (kg/ano);

I_i é o índice de oferta de nitrogênio, pentóxido de fósforo e óxido de potássio (kg/ano);

P_i é o índice de perdas ou remoção de nitrogênio, pentóxido de fósforo e óxido de potássio em biodigestores (55%, 0% e 0%, respectivamente);

E_i é a eficiência agrônômica do nitrogênio, pentóxido de fósforo e óxido de potássio (80%, 100% e 100%, respectivamente);

i é o nitrogênio, pentóxido de fósforo e óxido de potássio.

Foram utilizados os dados fornecidos pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo sobre as quantidades demandadas dos nutrientes (N, P_2O_5 ou K_2O) das culturas de milho, soja, trigo e leguminosas de inverno e de verão (Tabela 4) para encontrar o raio que cada produtor é capaz de fornecer esses nutrientes. Para fazer esse cálculo, foi utilizada a equação da área de uma circunferência, porém a incógnita a ser encontrada é o raio. O cálculo do raio no qual o produtor é capaz de fornecer N, P_2O_5 e K_2O foi feito usando a Equação 5.

$$R_i = \sqrt{Q_i/\pi} \quad (5)$$

Na qual:

R_i é o raio que cada produtor é capaz de fornecer de nutrientes (m);

Q_i é a produção anual de nitrogênio, fósforo ou potássio (kg/ano);

$\pi \approx 3,14$.

Tabela 4. Quantidade de NPK que a produção necessita (kg/ha).

Cultura	N	P_2O_5	K_2O
Milho	30	45	30
Soja	0	30	45
Trigo	20	30	20
Leguminosas - inverno	20	50	50
Leguminosas - verão	20	50	50



2.4 Valoração dos nutrientes

Por fim, foi possível valorar os nutrientes potencialmente produzidos pelos produtores. Utilizando como parâmetro três matérias-primas: ureia, fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio (KCl). Com base no Manual Internacional de Fertilidade do Solo (Instituto da Potassa e Fosfato, 1998), as quantidades de N, P₂O₅ e K₂O presentes nas três matérias-primas anteriormente citadas estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Porcentagens de nutrientes por matéria-prima (%).

Matéria-prima	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ureia	46	0	0
MAP	10	48	0
KCl	0	0	60

Foi utilizado como parâmetro o preço das matérias-primas divulgadas pelo site GlobalFert¹, principal provedor de informações estratégicas no mercado de fertilizantes, e os valores foram convertidos para reais. No dia em que foi feita a pesquisa, a taxa de câmbio era R\$ 4,227/US\$. Assim, a ureia custava R\$ 1,091/kg, enquanto o MAP custava R\$ 1,619/kg e o KCl custava R\$ 1,484/kg.

Para encontrar o valor de quanto cada produtor conseguiria obter com a venda de cada nutriente, foram multiplicadas as quantidades totais de N, P₂O₅ e K₂O produzidas por cada produtor por 100 e, em seguida, multiplicadas pelas porcentagens de N, P₂O₅ e K₂O que estão presentes nas três matérias-primas (Tabela 4) e pelos os preços, em reais, de cada matéria-prima. O cálculo do valor que o produtor poderia ganhar com a venda dos nutrientes (R\$) foi feito usando a Equação 6.

$$PG = \sum \frac{Qi \times 100 \times Pi}{\%Ni} \quad (6)$$

¹ Disponível em: <https://www.globalfert.com.br/preco-mp/>. Acesso em: 01 dez. 2019.



Na qual:

PG é o valor que o produtor poderia ganhar com a venda dos nutrientes (R\$);

Q_i é a produção anual de nitrogênio, fósforo ou potássio (kg/ano);

N_i são as porcentagens de N, P_2O_5 e K_2O que estão presentes nas três matérias-primas;

P_i é os preços de cada matéria-prima.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos cálculos apresentados foi possível identificar os benefícios econômicos das duas fontes de receita para os produtores. A primeira foi a transformação do biogás em energia elétrica, via grupo gerador, e a segunda foi a venda ou o uso do biofertilizante, resultado da biodigestão anaeróbica.

3.1 Biogás

Foi possível estimar a quantidade de biogás e biometano produzidos pelos 71 produtores de suínos na região da bacia do Lajeado dos Fragosos, em Concórdia, SC. A Tabela 6 apresenta a quantidade total de dejetos, de biometano e de biogás que os produtores têm o potencial de produzir diariamente.

Tabela 6. Quantidade de dejetos, biogás e biometano produzidos ao dia (m^3 /dia).

Dados	Dejetos	Biogás	Biometano
Média	10,02	189,0	113,43
Mediana	5,40	101,89	61,14
Máximo	179,82	3.393,15	2.035,89
Mínimo	0,95	17,83	10,70
Desvio-padrão	21,95	413,53	248,12
Total	711,37	13.423,08	8.053,85

A partir da quantidade de dejetos produzidos é possível estimar a quantidade de biogás e biometano que os produtores são capazes de produzir. Considerando o número de animais disponíveis e a categoria de produção, as propriedades são capazes de produzir, no total, 711,37 m^3 de dejetos por dia. A Tabela 6 apresenta os dados referentes à geração de biogás e biometano.



Considerando a quantidade total de dejetos que são produzidos por dia na região, é possível gerar, diariamente, um total de 13.423,08 m³ de biogás e, conseqüentemente, 8.053,85 m³ de biometano, sabendo que o metano representa 60 % do biogás.

Por meio de um grupo gerador a biogás é possível gerar energia elétrica. Portanto, caso os produtores instalassem grupos geradores, disponíveis no mercado, com a capacidade de 260 KWh, os quais consumem 118 m³ de biogás, em regime contínuo seria possível gerar aproximadamente 887.283 KWh por mês. Essa quantidade de KWh submetida à tarifa de R\$ 0,46/KWh – tarifa informada no site da CELESC² no mês de fevereiro de 2020 – pode proporcionar uma economia de R\$ 408.150,18.

3.2 Biofertilizante

A partir dos cálculos apresentados na metodologia, foi possível obter diversas estimativas referentes ao biofertilizante nessa área. Entre as estimativas estão a quantidade de biofertilizante produzido, o tamanho da área em que o produtor poderá utilizar o fertilizante, de acordo com a variedade cultivada, e o valor, em reais, pelo qual o produtor poderá vender o biofertilizante.

Os produtores da região têm a capacidade de produzir anualmente 343.416 kg de nitrogênio, 597.448 kg de fósforo e 608.498 kg de nitrogênio.

O tamanho do raio da área que os produtores conseguirão suprir com o biofertilizante, de acordo com a cultura plantada e em conformidade com a IM-11, está expresso na Tabela 7.

Tabela 7. Raio (m) máximo para suprir N, P₂O₅ e K₂O anualmente.

Cultura	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Milho	43.314,39	45.659,95	55.771,17
Soja	0,00	55.921,79	45.536,97
Trigo	53.049,08	55.921,79	68.305,46
Leguminosas de inverno	53.049,08	43.316,83	43.200,16
Leguminosas de verão	53.049,08	43.316,83	43.200,16

Por conseguinte, foi encontrado o valor, em reais, que cada produtor ganharia se vendesse todo o biofertilizante produzido em sua propriedade: os produtores arrecadariam R\$ 374.344,42 por mês.

² Disponível em: <https://www.celesc.com.br/>. Acesso em: 01 fev. 2019.



4 CONCLUSÃO

As análises apresentadas permitem constatar que o investimento para a implementação de sistemas anaeróbicos de tratamento de dejetos suínos gera importantes receitas para os produtores. A análise de viabilidade deve ser feita para determinar os parâmetros econômicos, assim como o retorno dos investimentos. Tais sistemas apresentam benefícios sociais e ambientais, pois os produtores adotantes serão capazes de tratar de forma correta os dejetos suínos e de manter ou mesmo ampliar suas capacidades produtivas, obedecendo às normas vigentes.

O biogás é um produto que pode gerar grandes retornos para as propriedades. Atualmente, a conversão do gás em energia elétrica é o uso mais comum e de grande certeza de rentabilidade, já que o produtor, além de conseguir diminuir os valores da conta de energia da sua propriedade, poderá, se tiver capacidade, vender a energia elétrica produzida pelo seu gerador.

Vale ressaltar que este estudo não avaliou os custos decorrentes do aproveitamento do biogás e do biofertilizante, apenas as receitas que poderiam ser geradas. A dificuldade em avaliar os custos decorre da grande heterogeneidade nas características dos produtores da região.

Foi possível identificar que, na microbacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, os 71 produtores conseguirão, se investirem de forma correta, economizar ou arrecadar cerca de R\$ 782.494,60 por mês de receita extra se tratarem os dejetos suínos com biodigestão anaeróbica.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa PIBIC, e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, por apoiar este estudo.

6 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual**. São Paulo: ABPA, 2020. 160 p. Disponível em: http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf. Acesso em: 01 ago. 2020.
- EMBRAPA. **Central de inteligência de aves e suínos**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 26 dez. 2019.
- INSTITUTO DA POTASSA E FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed.



Piracicaba: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1998. 177 p.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. Coordenadorias de Desenvolvimento Ambiental. **Instrução normativa nº 11**: suinocultura. Florianópolis: IMA, 2014. 37 p.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, v. 15, n. 3, p. 28-35, 2006. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/121642/1/Paginasdepolagr0320064p.2835.pdf>.

Acesso em: 01 dez. 2019.

MITO, J. Y. L.; KERKHOFF, S.; SILVA, J. L. G.; VENDRMA, M. G.; KUNZ, A. **Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018. 52 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 196).

OLIVI, M. C.; DIAS, R. S.; NICOLOSO, R. S. Análise técnica-econômica sobre o uso agrônômico do biofertilizante dos dejetos de suínos na microbacia Santa Fé no município de Itapiranga-SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 29., 2015, Foz do Iguaçu. **Desafios e oportunidades profissionais**: anais. Curitiba: CONFEA-PR, 2015. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135459/1/final7939.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2020.

PROBIOGÁS. Projeto Brasil Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás. **Guia prático do biogás**: geração e utilização. 5. ed. Alemanha: Gülzow, 2010. 236 p.