

## BIOGÁS E ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA: POTENCIAL DE PRODUÇÃO ENERGÉTICA

LEONARDO FRANÇA DA SILVA<sup>1</sup>, EMANUEL RANGEL SPADIM<sup>2</sup>, BRUNA NOGUEIRA REZENDE<sup>3</sup>, LETÍCIA DURON CURY<sup>4</sup>, NATALIA LAÍS FELISARDO VIEIRA ARRUDA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista –Unesp Av. Universitária, 3780, Alto Paraíso, 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil, franca.leonardo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista –Unesp Av. Universitária, 3780, Alto Paraíso, 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil, emanuel.spadim@unesp.br, <sup>3</sup> Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista –Unesp Av. Universitária, 3780, Alto Paraíso, 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil, bbrunarezende@hotmail.com

<sup>4</sup> Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista –Unesp Av. Universitária, 3780, Alto Paraíso, 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil, le.cury@hotmail.com

<sup>5</sup> Faculdade de Tecnologia de Botucatu – Fatec Av. José Ítalo Bacchi, s/n - Jardim Aeroporto, 18606-851, Botucatu, São Paulo, Brasil, nfvarruda@gmail.com

**RESUMO:** Fontes renováveis de energia são consideradas atrativas pelos benefícios ambientais, sociais e econômicos envolvidos. Sendo assim, a elaboração de fontes alternativas de suprimento energético em menores escalas é uma forma de promover o desenvolvimento sustentável do Brasil. Com o avanço de novas tecnologias, além da grande produção de suínos no Brasil, o biogás tem potencial para aumentar a produção de energia, visto que o mesmo é tido como uma importante fonte de energia renovável. Com base nessas considerações, objetivou-se neste estudo, quantificar o potencial de geração de energia utilizando o biogás, oriundo dos dejetos produzidos por suínos em diversas regiões do Brasil. Levando em consideração o número de cabeças abatidas no Brasil no ano de 2017, tem-se o potencial de produção de biogás de 134.231 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup> em todo o território nacional, o que equivale a 191.950 kWh de energia elétrica. A partir desses resultados, pode-se concluir que tal valor pode provocar um expressivo incremento no contexto nacional de geração de energia a partir de fontes renováveis e, com isto, tornar a implementação viável.

**Palavras-chave:** produção suinícola, fontes alternativas, energia na agricultura.

## BIOGAS AND SWINE WASTEWATER: ENERGY PRODUCTION POTENTIAL

**ABSTRACT:** Renewable sources of energy are considered attractive for environmental, social and economic benefits. Therefore, the usage of alternative sources of energy supply in smaller scales is fundamental for the Brazil sustainable development. Linked with this situation and with the advancement of new technologies, associated to the great swine productions in Brazil, this makes the biogas has the potential to increase energy production, since it is considered as an important source of renewable energy. Based on these considerations, the aim of this study was to quantify the potential of energy generation using the biogas from the sludge produced by pigs in each region of Brazil. Taking into account the number of heads slaughtered in Brazil in 2017, there is a potential for biogas production of 134.231 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup> in the whole national territory, equivalent to 191.950 kWh of electricity. From these results, it can be concluded that such value can cause a significant increase in the national context of generation of renewable energy renewable sources and with this, make the implementation feasible.

**Keywords:** swine production, alternative energy sources, energy in agriculture.

## 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade de grande importância para o agronegócio brasileiro. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA, a produção de carne suína, no ano de 2017, foi de 3,71 milhões de toneladas e, nesse período, os estados brasileiros que apresentaram a maior produção foram: Santa Catarina com 26,35 % da produção, seguido pelos estados do Paraná com 22,29 % e Rio Grande do Sul 20,66 %. Observa-se que a região Sul possui um papel de destaque no cenário produtivo, sendo responsável por cerca de 69% de toda a produção nacional.

Constata-se ultimamente, um crescimento expressivo da suinocultura brasileira, já que o setor avançou cerca de 21% nas últimas décadas, conforme a mesma entidade. Destaca-se ainda que o setor passou por grandes transformações e pode-se dizer que o melhoramento genético, associado aos investimentos em nutrição dos animais, ambiência, com instalações adequadas, proporcionaram alto desenvolvimento na produção.

Nesse contexto produtivo, ressalta-se que o setor é importante na geração de empregos e destaca-se que a produção de carne suína é a terceira no ranking de exportação, ficando atrás apenas para as produções de carne bovina e de frango (MIELE; MACHADO, 2010).

No entanto, a expansão da atividade suinícola no país resulta em grande ônus ambiental, causando poluição dos recursos naturais, como a água e o solo. Salienta-se, que o aumento da atividade suinícola devido à utilização de incrementos tecnológicos nos sistemas de produção, tem resultado no aumento da produção de dejetos, os quais muitas das vezes desencadeiam um elevado impacto ambiental (LUDKE et al., 2007).

Von Sperling (2005) alega que a água residuária gerada por um plantel de suínos confinados detém por tonelada viva a mesma carga poluidora de 35 a 100 habitantes de zona urbana. Dessa forma, o manejo efetivo tem que ser considerado como uma prioridade durante o processo produtivo e este deve ser realizado

de maneira segura para poder auxiliar no tratamento dos dejetos suínos. Brandão et al. (1999) e Bley Jr. (2015) afirmam que cada suíno produz por volta de 10 litros de dejetos por dia em confinamento intensivo e, no Brasil, 50% de toda a produção se dá desse modo.

Uma alternativa considerada viável e ideal para o gerenciamento e tratamento dos dejetos suínos é a utilização de biodigestores, os quais permitem a agregação de valores aos resíduos, mediante o uso do biogás e do biofertilizante produzidos (SILVA et al., 2015).

O efluente gerado no biodigestor é o biofertilizante, que não pode ser descartado diretamente nos corpos d'água, pois apresenta alto potencial poluidor. Normalmente, esse material é empregado como fonte de nutrientes para diversas culturas, mostrando-se altamente benéfico para a produção, além de ter possibilidade de gerar créditos de carbono (SANTOS et al., 2016).

Matos et al. (1997) enfatizam que a aplicação desse material no solo pode provocar um rápido aumento da população de microorganismos, o que ocasionaria o desequilíbrio ecológico do solo, influenciando na sua composição química e microbiológica, e alterando a biodisponibilidade e a taxa de absorção de micro e macronutrientes pelas plantas.

Outro produto oriundo do processo de biodigestão é o biogás, originado pela intensa ação de microrganismos anaeróbios. Esse gás consiste de uma mistura gasosa, com presença primordial do gás metano, que é considerado o responsável pela validação do seu poder energético, ou seja, quanto maior a quantidade de metano, mais rico é o biogás. Em sua composição existe de 50 a 75% da presença do gás metano ( $\text{CH}_4$ ), de 25 a 40% de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e encontram-se também, em quantidades menores, oxigênio ( $\text{O}_2$ ), monóxido de carbono (CO) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (GUSMÃO, 2008).

Esperancini et al., (2007), em seus estudos sobre a viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás, relatam que o uso de biogás originado do processo de

biodigestão pode ter inúmeras vantagens, como a diminuição da poluição dos recursos hídricos e a redução do consumo de lenha, além de ser uma importante fonte renovável de energia.

Neste contexto, pode-se dizer que as fontes renováveis de energia são consideradas atrativas pelos benefícios ambientais, sociais e econômicos envolvidos. Partindo de tal exposto, o uso de fontes alternativas de suprimento energético em menores escalas se mostra interessante para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

De acordo com a ANEEL (2017), no Brasil existem cerca de 11 empreendimentos geradores de energia elétrica que utilizam o biogás como combustível a partir de resíduos dos animais, com capacidade instalada de 2099 KW, que representa 0,001% de toda a capacidade instalada no país.

Apesar da baixa capacidade instalada, com os avanços nos estudos e implementação de novas tecnologias e com a grande produção de suínos do Brasil, o biogás tem potencial para aumentar a produção de energia nos próximos anos (RITTER et al., 2013).

Com base nessas considerações, objetivou-se com o presente trabalho quantificar o potencial de geração de energia elétrica, utilizando o biogás oriundo dos dejetos produzidos, levando em consideração o número de cabeças abatidas em cada região do Brasil no ano de 2017.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para esta pesquisa tem uma abordagem descritiva, baseando-se na análise de dados quantitativos. A coleta do banco de dados foi realizada através de uma pesquisa de caráter exploratório, que teve como objetivo realizar o levantamento da quantidade de suínos abatidos e projetar, a partir desse levantamento, o potencial de produção de biogás para cada região do Brasil no ano de 2017.

Os dados foram coletados por meio de uma base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE, que forneceu o número de suínos abatidos em todo o país no ano de 2017. Após o levantamento, foi

realizado o somatório dos abates e os mesmos foram organizados e separados por região, sendo elas: sudeste, centro-oeste e sul.

O potencial de geração de energia para cada região brasileira foi estimado por cálculos de conversão da produção de suínos em geração de dejetos para biogás, obtendo então sua equivalência energética (RITTER et al., 2013).

De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 2017 foram abatidos 39.950.320 suínos. Para calcular a quantidade de dejetos gerados em todo o Brasil e, posteriormente, para cada região, utilizou-se o método estabelecido pela Instrução Normativa n.41, da Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina - FATMA, que estabelece para suínos em crescimento ou terminação a Equação 1:

$$P = n \times 0,007 \quad (01)$$

Em que: P é a produção de dejetos ( $m^3$  d-1); N é o número de cabeças de suínos.

Gustavo e Guimarães Filho (2012), em seus estudos sobre o reaproveitamento dos dejetos suínos, enfatizam que cada  $m^3$  de dejetos de suínos ou de biomassa gerada pode produzir de 0,35 a 0,60  $m^3$  de biogás, sendo sua amplitude dependente da diluição dos dejetos.

Para este estudo, optou-se por utilizar o valor de 0,48  $m^3$  de biogás por  $m^3$  de dejetos (valor mediano das variáveis, estabelecido para tal estudo).

O cálculo referente ao potencial de produção é dado pela relação entre equivalência energética e potencial de geração de biogás, conforme Equação 2.

$$Ppr = E \times G \quad (02)$$

Em que: Ppr é o potencial de produção de energia na unidade de E; E é a equivalência energética na unidade de conversão; G é o potencial de geração de biogás ( $m^3$ ).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que o número de cabeças abatidas seja equivalente à população de

suínos no país, os resultados encontrados para a produção de dejetos, bem como a geração de biogás, para as todas as regiões, assim como o

total para o país, estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Potencial de produção de Biogás no Brasil.

Regiões brasileiras	Total de cabeças de suínos abatidos (2017)	Produção de dejetos (m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Potencial de geração de biogás (m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )
Norte	1.441.387	10.089	4.843
Nordeste	5.833.845	40.836	19.601
Sudeste	6.766.278	47.363	22.734
Sul	19.946.370	139.624	67.020
Centro Oeste	5.962.440	41.737	20.033
Total	39.950.320	279.649	134.231

Fonte: IBGE (2018).

Esses resultados foram relacionados com dados de equivalência energética fornecidos pela Associação Paranaense dos Suinocultores – APS.

Foram consideradas as equivalências energéticas da Tabela 2 para que fosse feita a estimativa do potencial de geração de energia.

**Tabela 2.** Equivalência energética do m<sup>3</sup> de biogás.

Item	Equivalência Energética
Eletricidade	1,43 kWh
Gasolina	0,52 a 0,6 L
Gás de cozinha	1,5 m <sup>3</sup>
Álcool	0,9 L
Lenha (madeira queimada)	2,7

Fonte: APS, 2010, Ritter (2013).

### 3.1 Região Sudeste

Na Tabela 3, são listados os resultados da quantidade diária de energia que poderia ser

gerada na região sudeste do Brasil, levando-se em consideração o potencial de produção de biogás.

**Tabela 3.** Quantidade de energia que poderia ser gerada diariamente na região sudeste do Brasil, levando em consideração o potencial de produção de biogás.

Região	Item	Equivalência Energética	Potencial de Produção (2017)
Sudeste	Eletricidade	1,43 kWh	32.510 kWh
	Gasolina	0,52 a 0,6 L	11.822 a 13.640 L
	Gás de cozinha	1,5 m <sup>3</sup>	34.102 m <sup>3</sup>
	Álcool	0,9 L	20.461 L

O potencial de produção de energia elétrica para o sudeste, levando-se em consideração um consumo médio mensal de 184,7 kWh por residência nesta região, conforme o estabelecido pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) na resenha mensal de janeiro de 2018, indica que em média 5354

residências podem ser atendidas a partir de energia gerada do biogás de suinoculturas nesta região.

Quando comparando a equivalência energética do biogás com a gasolina (usando 0,55 L equivalente de gasolina para cada metro cúbico de biogás) e considerando que um carro

popular e econômico faz em média 14 Km/L de gasolina, seria possível deslocar-se por 175057 Km diariamente. Já considerando a equivalência com o álcool, partindo do princípio de que um carro popular faça em média cerca de 12 Km/L, seria possível deslocar-se por cerca de 150049 Km.

É importante lembrar ainda que, além da energia gerada durante o processo de biodigestão, tem-se como subproduto o biofertilizante, que pode ser utilizado na agricultura. Também existe a possibilidade de se gerar créditos de carbono para aumentar o custo-benefício da atividade.

### 3.2 Região Centro-Oeste

A região centro-oeste é vista com papel de relevância na expansão da fronteira agrícola no mundo e a suinocultura nessa região se dá em grande maioria por um grupo seletivo de agricultores patronais que, a fim de aumentar os lucros, começaram a ampliar as suas atividades e aumentar os ganhos em escala (MIELLE et al., 2012).

Na Tabela 4, são listados os resultados da quantidade diária de energia que poderia ser gerada na região centro-oeste do Brasil, levando-se em consideração o potencial de produção de biogás.

**Tabela 4.** Quantidade de energia que poderia ser gerada diariamente na região centro-oeste do Brasil, levando em consideração o potencial de produção de biogás.

Região	Item	Equivalência Energética	Potencial de Produção (2017)
Centro Oeste	Eletricidade	1,43 kWh	28.647 kWh
	Gasolina	0,52 a 0,6 L	10.417 a 12.020 L
	Gás de cozinha	1,5 m <sup>3</sup>	30.050 m <sup>3</sup>
	Álcool	0,9 L	18.030 L

O potencial de produção de energia elétrica para a região centro-oeste, levando-se em consideração um consumo médio mensal de 157 kWh por residência, conforme o estabelecido pela EPE na resenha mensal de janeiro de 2018, indica que em média 5.550 residências podem ser atendidas a partir da energia gerada pelo biogás de suinoculturas nessa região.

Quanto à equivalência do biogás com a gasolina, considerando as mesmas condições propostas para a região sudeste, em carros populares seria possível deslocar-se por 154.260 Km. E para o álcool, também supondo as mesmas condições já usadas para a região sudeste, seria possível se deslocar por cerca de 132.223 Km.

### 3.3 Região Sul

Nas últimas décadas o plantel da suinocultura denominada industrial tem

ganhado expressividade e se desenvolvido de forma constante. O progresso desse segmento ocorreu em algumas regiões e se concentrou principalmente na região sul do Brasil. Esse avanço se deu devido à produção integrada entre agricultores familiares associados a empresas e cooperativas agroindústrias, que fez com que o setor aumentasse os seus índices produtivos. Além disso, ocorreram avanços tecnológicos em genética, sanidade, nutrição, instalações e manejo e bem-estar animal, que se desenvolveram de forma mais eficaz nessa região (MIELLE et al., 2012).

Na Tabela 5 são listados os resultados da quantidade diária de energia que poderia ser gerada na região sul do Brasil, levando-se em consideração o potencial de produção de biogás.

**Tabela 5.** Quantidade de energia que poderia ser gerada diariamente na região sul do Brasil, levando em consideração o potencial de produção de biogás.

Região	Item	Equivalência Energética	Potencial de Produção (2017)
Sul	Eletricidade	1,43 kWh	95.838 kWh
	Gasolina	0,52 a 0,6 L	34.850 a 40.211 L
	Gás de cozinha	1,5 m <sup>3</sup>	100.530 m <sup>3</sup>
	Álcool	0,9 L	60.318 L

O potencial de produção de energia elétrica para a região sul, levando-se em consideração um consumo médio mensal de 200 kWh por residência na região, conforme o estabelecido EPE na resenha mensal de janeiro de 2018, indica que em média 14.575 residências podem ser atendidas a partir de energia gerada do biogás de suinoculturas nesta região. Considerando as condições expostas nos itens relativos às regiões anteriores, um carro poderia rodar com gasolina cerca de 516.052 Km e com álcool, 442.330 Km.

#### 4 CONCLUSÕES

Conclui-se, que a produção de energia a partir de resíduos provenientes da suinocultura apresenta-se como uma promissora alternativa para produtores em todas as regiões brasileiras. Considerando-se a produção de suínos no ano 2017, que foi de 39.950.320 cabeças, tem-se o potencial de produção de 134.231 m<sup>3</sup>d<sup>-1</sup> de biogás em todo o território nacional, tal valor implica em expressivo incremento na geração de energia a partir das fontes renováveis.

#### 5 REFERÊNCIAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2017**. São Paulo: ABPA, 2017. 68 p.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Informações Gerenciais**. Brasília: ANEEL, 2017. 73 p.

APS - ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DOS SUINOCULTORES. **A Energia gerada pela suinocultura**. Paraná, 2010.

BLEY JR., C. **Biogás a energia invisível**. São Paulo: CIBiogás, 2015. 231p.

BRANDÃO, V.S. **Tratamento de águas residuárias de suinocultura utilizando filtros orgânicos**. Viçosa: UFV, 1999. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

Consumo de energia elétrica em agosto é o maior do ano. **Resenha mensal do mercado de energia elétrica**, Brasília: Empresa de Pesquisa Energética- EPE, set. 2018. n 12. Disponível em:<[http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/20080929\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/20080929_1.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2018

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, p. 110-118, 2007.

GUSMÃO, M. M. F. C. C. Produção de biogás em diferentes sistemas de criação de suínos em Santa Catarina. 2008. 170 f. **Dissertação** (Mestrado – Engenharia Ambiental) -Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da Produção Pecuária**. 2017. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=72380&view=detalhes>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

FATMA - FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa Nº. 41**. Suinocultura. Termo de Ajustamento de Condutas - TAC. Florianópolis: Fatma, 2008. 11 p.

LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; FIGUEIREDO, E. A. P.; WOLOSZYN, N.; AJALA, L. C. Avaliação de dietas para sistema orgânico de criação de suínos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p. 369-372, 2007.

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N.; FREITAS, S. P. Características químicas e microbiológicas do solo, influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.254, p.399-410, 1997.

MIELE, M.; MACHADO, J.S. Panorama da carne suína brasileira. **Agroanalysis**, v. 30, n.1, p.34-42, 2010.

RITTER, C. M.; SANTOS, F. R.; CURTI, S.; Potencial de produção de biogás com dejetos da suinocultura: sustentabilidade e alternativa energética em Santa Catarina. **Revista Tópos**, v. 7, n. 1, p. 32-40, 2013.

SANTOS, S. J.; SANTOS, E. L.; BARBOSA, J. H. Construção de um biodigestor caseiro como uma tecnologia acessível a suinocultores da agricultura familiar. **Pubvet**, v. 11, p. 207-312, 2016.

GUSTAVO, S. B.; GUIMARÃES FILHO, L. P. Estudo sobre o reaproveitamento dos dejetos de suínos na bacia do Rio Sangão-Santa Catarina. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 5, n. 2 Especial, 2012.

SILVA, F. F. M.; BERTINI, L. M.; ALVES, L. A.; BARBOSA, P. T.; Moura, L. F.; MACÊDO, C. S. Implicações e possibilidades para o ensino a partir da construção de biodigestor no IFRN – Campus Apodi. **Holos**, v.6, p. 315-327, 2015

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos; Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. 3ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. v. 1, 452 p.