

## BIOGÁS E ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA: POTENCIAL DE PRODUÇÃO NAS REGIÕES NORTE E NORDESTE

### BIOGAS AND PIG WASTE WATER: PRODUCTION POTENTIAL IN NORTHERN AND NORTHEAST REGIONS

Leonardo França da Silva<sup>1</sup>      Leticia Duron Cury<sup>1</sup>      Gabriel Maluf Napoleão  
Marcos Antonio da Pereira Fonseca Maltez<sup>3</sup>      Djesihre Nathalie Rippel<sup>4</sup>      Irene Menegali<sup>5</sup>

#### RESUMO

Figurando entre os principais produtores mundiais de carne suína, o Brasil possui uma vocação notável entre as cadeias produtivas, ocupando o quarto lugar no *ranking* mundial. A partir do exposto e considerando o avanço de novas tecnologias, a intensificação da produção de suínos faz com que o biogás tenha potencial para aumentar a produção de energia nos próximos anos, tornando uma importante fonte de energia renovável na matriz energética brasileira. Objetivou-se, neste estudo, quantificar por meio de dados quantitativos o potencial de geração de energia utilizando o biogás oriundo dos dejetos produzidos por suínos na região Norte e Nordeste do Brasil. Levando em consideração o número de cabeças abatidas nestas regiões no ano de 2016. Os resultados demonstraram que estas regiões têm o potencial de produção de biogás de 134.233m<sup>3</sup> ano o que equivale 195.953 KWh de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Biodigestores. Desenvolvimento sustentável. Eficiência energética.

#### ABSTRACT

As one of the world's leading pork producers, Brazil has a notable vocation among production chains, ranking fourth in the world. Based on the above and considering the advancement of new technologies, the intensification of pig production turns biogas with a potential to increase energy production in coming years, making it an important source of renewable energy in the Brazilian energy matrix. This study aimed to quantify, by means of quantitative data, the potential of energy generation using biogas from waste produced by pigs in the North and Northeast regions of Brazil, taking into account the number of heads slaughtered in this region in 2016. Results showed that these regions have biogas production potential of 134.233 m<sup>3</sup>/year which is 195.953 KWh of electric energy.

**Keywords:** Biodigesters. Sustainable development. Energy efficiency.

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia –UNESP Botucatu Email: franca.leonardo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Agrônômica.

<sup>3</sup> Mestrando em Desenvolvimento Rural na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>4</sup> Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG,

<sup>5</sup> Professora. Associada I da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG,

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os principais produtores mundiais de carne suína, o Brasil possui uma vocação notável entre as cadeias produtivas, ocupando o quarto lugar no *ranking* mundial, com produção de 3.758 mil toneladas, segundo o último levantamento realizado no ano de 2017, pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018).

O crescente destaque da atividade suinícola do país, frente ao mercado internacional, deve-se primariamente a elementos como: clima tropical, topografia plana, mão-de-obra de baixo custo, aptidão para a produção das culturas de milho e soja (SARTOR *et al.*, 2004) e somados a estes, o aumento da tecnologia empregada e rigorosos controles de padrão de qualidade da carne produzida, que tentam se enquadrar, conforme às demandas do mercado consumidor, que têm se tornado mais exigentes (ABPA, 2018, ABIPECS, 2017).

Dentro da cadeia de produção de suínos, as discussões acerca do impacto ambiental gerado pela atividade sempre estiveram entre as pautas do setor, principalmente sobre o destino dos resíduos gerados ao final do ciclo de produção. Essas discussões impulsionaram grandes avanços científicos para melhor aproveitamento e descarte destes.

Segundo Queiroz (2003) e Segat *et al.* (2015), a atividade apresenta como problema a grande quantidade de dejetos gerados durante o ciclo de produção, os quais, podem promover a poluição dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Podendo atuar ainda como fontes de propagação de doenças, oferecendo riscos a produção e a população residente no entorno.

Uma alternativa que vem cada vez mais se tornando viável é a produção de energia elétrica utilizando biogás proveniente de biodigestores. Os biodigestores são equipamentos utilizados para promover a biodigestão anaeróbia, isto é, promover a reação entre a matéria orgânica (dejetos de suínos, bovinos e aves entre outros) e microrganismos anaeróbios, resultando na produção de biogás e biofertilizante (ESPERANCINI *et al.*, 2007).

Para a redução dos impactos da atividade ao meio ambiente, o tratamento dos resíduos gerados torna-se indispensável. As altas concentrações de matéria orgânica presentes nos efluentes suinícolas os tornam ideais para a digestão anaeróbia além deste, os baixos custos para a implantação, manutenção e operação contribui para grande aceitação por parte dos produtores que também se beneficiam com o resultado do tratamento, com a produção de biogás e

biofertilizantes (SILVA et al., 2015; DE CASTRO SILVEIRA et al., 2018; AMARAL et al., 2015).

Ademais, o biogás apresenta em sua composição o metano (CH<sub>4</sub>) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), na proporção, normalmente, de 60 a 70% e 30 a 40% respectivamente conforme o relatado por Coldebella et al. (2008).

A produção de biogás é influenciada pelos seguintes fatores: manejo do dejetos como, a diluição do dejetos, tempo de retenção do dejetos; nível tecnológico aplicado pelo produtor (AMARAL et al., 2015; SILVA et al., 2015).

Alguns estudos têm demonstrado a viabilidade da produção de energia elétrica a partir do biogás resultante do tratamento dos resíduos, sendo notado um potencial de substituição total ou parcial da aquisição de energia elétrica de redes de distribuição, hidroelétricas, resultando em diminuição nos custos de produção (AVACI et al., 2013; MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

Nesse contexto, ressalta-se que a produção de suínos nas regiões Norte e Nordeste não é expressiva, quando comparada a outras regiões brasileiras, devido principalmente as condições climáticas locais, níveis tecnológicos das instalações. No entanto, as poucas granjas presentes são em totalidade de pequeno porte, com média aproximada de 200 matrizes por plantel, e caracterizadas 100% como independentes (ABCS, 2016).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2018), no Brasil existe cerca de 11 empreendimentos geradores de energia elétrica que utilizam o biogás como combustível. Entretanto, considera-se que com os avanços nos estudos e implementação de novas tecnologias, atrelado a grande produção de suínos do Brasil, fica explícito que o biogás tem o potencial para aumentar a produção de energia nos próximos anos (RITTER et al., 2013).

Levando em consideração que estudos envolvendo temática nas referidas regiões são escassos, objetivou-se, com o presente trabalho quantificar o potencial de geração de energia elétrica, utilizando-se o biogás oriundo dos dejetos produzidos pelos suínos na região Norte e Nordeste do Brasil, levando em consideração o número de cabeças de suínos abatidas no ano de 2016, por meio dos últimos dados divulgados pelo IBGE (2017).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para esta pesquisa tem uma abordagem descritiva, baseando na análise de dados quantitativos. A coleta dos dados foi realizada através de uma pesquisa de caráter exploratório, que tinha como objetivo fazer levantamento da quantidade de suínos abatidos nas regiões Norte e Nordeste do Brasil referente ao ano de 2016 e por meio deste levantamento, posteriormente confrontar com o potencial de produção de biogás em nível nacional.

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 nas regiões estudadas. Após realizado este levantamento, foi feito o somatório dos abates e os mesmos foram organizados e separados por Região, sendo elas: Norte, Nordeste.

O potencial de geração de energia a partir do biogás de dejetos de suínos para estas regiões brasileiras foi realizado por meio de cálculos de conversão da produção de suínos, considerando-se a conversão de dejetos para biogás e, posteriormente, a conversão de biogás para equivalência energética (RITTER et.al., 2013).

De acordo com os dados fornecidos pelo instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2016, foram abatidos 39.950.320 cabeças de suínos no Brasil. Para calcular a quantidade de dejetos gerados em todo Brasil e, posteriormente, para cada região, utilizou-se a equação estabelecida pela Instrução Normativa número 41, da Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina - FATMA (2002), que estabelece que para suínos em crescimento ou terminação a equação 1:

$$\text{Produção de dejetos (m}^3\text{/dia)} = \text{Números de suínos abatidos (cabeças)} * 0,007 \quad \text{Eq. 1}$$

Segundo Serafim e Guimarães Filho (2011), em seus estudos sobre o reaproveitamento dos dejetos suínos, enfatiza que cada m<sup>3</sup> de dejetos de suínos ou de biomassa gerada pode produzir 0,35 a 0,60 m<sup>3</sup> de biogás, sendo sua amplitude dependente da diluição dos dejetos. Para este estudo, a fim de obter resultados mais precisos em relação à metodologia utilizada, optou-se em utilizar o valor de 0,48m<sup>3</sup> de Biogás/ m<sup>3</sup> (valor mediano das variáveis).

Em seguida, foi feita a conversão também do potencial de produção de eletricidade, gasolina, gás de cozinha, e álcool, equivalentes ao biogás produzido (RITTER et.al., 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para a produção de dejetos bem como a geração de biogás a partir dos mesmos, para a região em estudo, assim como o total de Biogás gerado em todo território brasileiro (TABELA 1).

**Tabela 1.** Potencial de produção de biogás total (no país) e para a Região Norte e Nordeste do Brasil

<b>Regiões Brasileiras</b>	<b>Total de cabeça de Suínos abatida (2016)</b>	<b>Produção de Dejetos (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Potencial de Geração de Biogás (m<sup>3</sup>/ano)</b>
<b>Norte</b>	1.441.387	10.089	4.843
<b>Nordeste</b>	5.833.845	41.187	19.770
<b>Brasil</b>	39.950.320	279.652	134.233

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

A partir dos resultados encontrados, relacionou-se estes os dados de equivalência energética, fornecida pela Associação Paranaense dos Suinocultores (APS, 2010; RITTER, 2013) que enfatiza que 1m<sup>3</sup> de biogás tem a equivalência energética a outras fontes (TABELA 2).

**Tabela 2 -** Equivalência energética entre biogás (1m<sup>3</sup>) e outras fontes

<b>Item</b>	<b>Equivalência Energética</b>
<b>Eletricidade</b>	1,43 KWh
<b>Gasolina</b>	0,52 a 0,6 L
<b>Gás de cozinha</b>	1,5 m <sup>3</sup>
<b>Álcool</b>	0,9 L

**Fonte:** Associação Paranaense dos Suinocultores, APS (2010) e Ritter (2013).

Em seguida, foi feita a conversão também do potencial de produção de eletricidade, gasolina, gás de cozinha, e álcool, equivalentes ao biogás produzido.

Buscando a melhor compreensão dos resultados e aprofundamento dos dados, optou-se, neste estudo, em apresentar os dados referentes ao potencial de geração do biogás e consequente potencial de produção para a Região Norte e nordeste do país.

Ocupando cerca de 45% do território nacional, a Região Norte do Brasil é composta pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (IBGE, 2017). Na Tabela 3, encontram-se os resultados da quantidade de energia que poderia ser gerada na região Norte do Brasil considerando o volume (m<sup>3</sup>) de biogás potencialmente produzido.

**Tabela 3.** Quantidade de energia que poderia ser gerada na região Norte do Brasil, considerando o volume (m<sup>3</sup>) de biogás

<b>Região</b>	<b>Item</b>	<b>Equivalência Energética</b>	<b>Potencial Produção (ano)</b>
<b>Norte</b>	<b>Eletricidade</b>	1,43 kWh	6.925 KWh
	<b>Gasolina</b>	0,52 a 0,6 L	2.664 L
	<b>Gás de cozinha</b>	1,5m <sup>3</sup>	7.265 m <sup>3</sup>
	<b>Álcool</b>	0,9 L	4.359L

**Fonte dos dados:** Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

O potencial de produção de energia na região Norte do Brasil, levando em consideração um consumo médio de 157 kWh por residência mensal, conforme o estabelecido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE, 2018), na resenha mensal de janeiro de 2018, pode-se dizer, que em média, 41 residências poderiam ser atendidas anualmente a partir de energia gerada do biogás das suinoculturas. Ressalta-se, que os empreendimentos atualmente geradores de energia elétrica, possuem uma capacidade instalada de 2.099 KWh, conforme o estabelecido pela ANEEL (2018).

No item gasolina, considerando 0,55 L para os cálculos de equivalência energética e também que um carro popular e econômico faz em média 14 Km/L de gasolina, é possível que o com potencial de produção de biogás convertido em gasolina este possa rodar em média cerca de

190 km. Já para um veículo movido ao álcool, considerando que o mesmo faça em média 12 km/L de álcool, é possível gerar cerca 363 km com o potencial de produção do biogás.

### Região Nordeste

Nogueira e Silva (2006) relatam que nas regiões Norte e Nordeste a suinocultura é classificada como rústica, ou seja, sem a presença de elevado acervo tecnológico o que acarreta a diminuição dos índices produtivos.

O alto preço dos insumos para alimentação, atrelados a condições climáticas locais tem restringindo o aumento da produtividade, resultando em suinocultura denominada de fundo de quintal. Na maior parte dos estados nordestinos a suinocultura não é vista como alternativa principal para o produtor, o que ocorre de maneira distinta nos estados do Sul e Sudeste que exercem a suinocultura de maneira intensiva fazendo uso de acervos tecnológicos.

Na Tabela 4, encontram-se os resultados da quantidade de energia que poderia ser gerada na região Nordeste do Brasil, levando em consideração o volume (m<sup>3</sup>) de biogás potencialmente produzido.

**Tabela 4** - Quantidade de Energia que poderia ser gerada na região Nordeste do Brasil, levando em consideração o volume (m<sup>3</sup>) de biogás

<b>Região</b>	<b>Item</b>	<b>Equivalência</b>	<b>Potencial Produção ( ano)</b>
<b>Nordeste</b>	<b>Eletricidade</b>	1,43 kWh	28.271 KWh
	<b>Gasolina</b>	0,52 a 0,6 L	10.874 L
	<b>Gás de cozinha</b>	1,5m <sup>3</sup>	29.665 m <sup>3</sup>
	<b>Álcool</b>	0,9 L	17.793 L

Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

O potencial de produção de energia para região nordeste, levando em consideração um consumo médio de 157 KWh por residência por mês, conforme o estabelecido pela empresa brasileira de pesquisa energética na resenha mensal de janeiro de 2018, pode se dizer que tem em

média 180 residências serão atendidas anualmente a partir de energia gerada do biogás de suinoculturas.

No item gasolina, foi considerado o valor de 0,55 para os cálculos de equivalência energética. Considerando que um carro popular faz em média 14 Km/l de gasolina, conforme o relato por Ritter (2013), e possível que potencial produção de biogás, possa rodar em média cerca de 776 km nesta região. Já para o carro a álcool, que faz em média 12 km por litro, neste caso, é possível rodar cerca de 1.482 km com o potencial de produção do biogás.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que geração de energia a partir dos resíduos provenientes da suinocultura na região Norte e Nordeste do Brasil apresenta-se como uma alternativa viável em substituição a eletricidade, gás de cozinha, gasolina e álcool para os produtores, por sua vez, sendo uma fonte energética expressiva dentro cenário agrícola nacional.

#### REFERÊNCIAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2018**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura>>. Acesso em: 3 out. 2018.

ABIPECS – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Estatística**, 2017. Disponível em: <<http://www.abipecs.com.br>>. Acesso em: 10/05/2018

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2018. **Boletim gerencial**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+1%C2%BA+trimestre+de+2017/798691d2-990b-3b36-1833-c3e8c9861c21>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

AMARAL, A. C.; KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; TÁPPARO, D.; GASPARETO, T.; DIAS, J. R.; BASSO, B. T. Produção de biogás em uma Unidade Produtora de Desmame (UPD). 2015 Influência do modelo de biodigestor. In: **Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL, Chapecó. Anais... Chapecó: UDESC, 2015. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135445/1/final8087.pdf>> Acesso em: 18-07-2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Mapeamento da Suinocultura Brasileira/Mapping of Brazilian Pork Chain**. 2016, 376p. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília, DF, color. Disponível em: <[http://www.abcs.org.br/images/-01\\_mapeamento\\_completo\\_bloq.pdf](http://www.abcs.org.br/images/-01_mapeamento_completo_bloq.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2018.:

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DOS SUINOCULTORES - APS. **A Energia gerada pela suinocultura**. Paraná, 2010. Disponível em: <<http://www.aps.org.br/noticias/1-timas/357-a-energia-gerada-pelasuinocultura-.html>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

AVACI, A. B. et al. 2013 Avaliação econômico-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.4, p.456–462, abr. 2013.

DE CASTRO SILVEIRA, S.; MUNIZ, J. A.; SOUSA, F. A.; CAMPOS, A. T. Modelos não lineares ajustados à produção acumulada de biogás provenientes de camas sobrepostas de suínos. **Revista Agrogeoambiental**, v.10, n.3, p 91-103, 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica - Janeiro de 2018**: 2018. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-351/Resenha%20Mensal%20-%20Janeiro%202018\\_vf.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-351/Resenha%20Mensal%20-%20Janeiro%202018_vf.pdf)>. Acesso em: 06 out. 2018.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE – FATMA. **Instrução Normativa Número 41- Suinocultura** Termo Ajustamento de condutas – TAC., Florianópolis – Santa Catarina, 2008. Disponível em: <[http://www.fatma.sc.gov.br/site\\_antigo/downloads/images/stories/Instrucao%20Normativa/IN%2041/in\\_41.pdf](http://www.fatma.sc.gov.br/site_antigo/downloads/images/stories/Instrucao%20Normativa/IN%2041/in_41.pdf)>. Acesso em: 09 abr. 2018.

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 abril. 2018.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. A. V. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 477- 486, 2011.

NOGUEIRA, C. C. P.; SILVA, I. J. Aplicação de águas residuárias de suinocultura na irrigação. **Thesis**, São Paulo, v. 6, p. 18-29, jul./dez. 2006.

QUEIROZ, S.C. **Modelagem da produção acumulada de biogás em biodigestores tipo batelada segundo a porcentagem de inóculo adicionado utilizando os modelos de regressão não-linear de Gompertz e exponencial**. 2003. 112f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

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

SARTOR, V.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F. 2004. **Informações básicas para projetos de construções rurais: Instalações para suínos**. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola, Area de Construções Rurais e Ambiência, 2004, 19p.

SEGAT, J. C.; Alves PR.; Baretta D.; Cardoso EJ. 2015. Ecotoxicological evaluation of swine manure disposal on tropical soils in Brazil. 2015. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 122, p. 91-97.

SERAFIM, G.B.; FILHO, L. P. G. Estudo sobre o reaproveitamento dos dejetos suínos na Bacia do Rio Sangão. **In: V Encontro de Economia Catarinense**, 2011, Florianópolis.

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.