



ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS DE ORIGEM SUÍNA NO BRASIL

ESTIMATION OF BIOGAS PRODUCTION OF SWINE ORIGIN IN BRAZIL

Gustavo Ruas Bomfim¹

Felipe Alves Colón²

Bruce Wellington Amorin da Silva³

Wesley Pontes⁴

RESUMO: Biogás é uma fonte de energia produzida a partir da digestão anaeróbia da biomassa. É produzida, mais especificamente, principalmente por bactérias metanogênicas, que usam outros compostos químicos com fonte de carbono e energia, resultando em metano. Há tecnologia suficiente para utilizar essa forma de energia e já existe reatores anaeróbios em operação com diversos tipos de biomassa, como dejetos bovinos e suínos, lodo de esgoto, lixo orgânico etc. Esse artigo objetivou realizar uma revisão da literatura científica e então, estimar o potencial brasileiro de produção de biogás de origem suína. Dados suficientes foram encontrados, sendo possível realizar boas estimativas. Finalmente, foi concluído que o Brasil tem um bom potencial para produção de GLP, mas não um potencial considerável para produção de energia elétrica. Contudo, microgeração pode ser considerada.

Palavras chave: biogás; glp; eletricidade; energia; suíno.

ABSTRACT: Biogas is a source of energy produced from the anaerobic digestion of biomass. It is produced, more specifically, mainly by methanogenic bacteria, which use

¹ Fatec Araçatuba, SP

² Fatec Araçatuba, SP

³ Unitoledo

⁴ Unitoledo

other chemical compounds with carbon source and energy, resulting in methane. There is enough technology to use this form of energy and there are already anaerobic reactors in operation with several types of biomass, such as bovine and porcine waste, sewage sludge, organic waste etc. This article aimed to review the scientific literature and then estimate the Brazilian potential for production of pork biogas. Sufficient data were found and good estimates can be made. Finally, it was concluded that Brazil has a good potential for LPG production, but not a considerable potential for the production of electricity. However, microgeneration can be considered.

Keywords: biogas; glp; electricity; energy; swine.

1. Introdução

Esse trabalho consiste numa estimativa do potencial brasileiro de produção de biogás, biofertilizante, energia elétrica e substituição de GLP.

Assim, biogás é definido como uma mistura gasosa composta principalmente de metano e dióxido de carbono, mas contendo também outros gases, dentre eles, o ácido sulfídrico (BLEY JÚNIOR, 2015).

O gás metano foi descoberto em 1776 pelo pesquisador italiano Alessandro Volta e era um composto da mistura gasosa originada na decomposição de resíduos vegetais em pântanos (GASPAR, 2003). Quanto a isso, a degradação anaeróbia é o uso de processos orgânicos na ausência de oxigênio para a quebra de compostos orgânicos (FAO, 1992).

Pode-se dividir o trabalho em duas partes: revisão de literatura e cálculos. A primeira insere o leitor nesse contexto, permitindo visualizar a situação atual e fornece a fundamentação teórica necessária para compreender a segunda parte.

Quanto a isso, a segunda parte adota a metodologia explicada por Silva e Santos (2016) e Santos (2009), onde se estima a produção de biogás a partir de dejetos suínos. Além disso, foi estimada também a produção de energia elétrica, biofertilizante e o potencial de substituição de GLP.

1. Referencial Teórico

Como exposto anteriormente, o biogás é proveniente da matéria orgânica. Buscando ser mais específico, pode-se analisar as Tabelas 1 e 2, que apresentam dados sobre algumas fontes.

Tabela 1: Produção diária de dejetos por animal.

<i>Tipo de animal</i>	<i>Média de produção de dejetos (kg/dia)</i>
<i>Bovinos</i>	10,0
<i>Suínos</i>	2,25
<i>Aviários</i>	0,18
<i>Equinos</i>	10,0

Fonte: Sganzerla (1983). Adaptado por Colatto e Langer (2011).

Tabela 2: Potencial de produção de biogás a partir de dejetos animais.

<i>Espécie</i>	<i>m³ de biogás / kg de esterco</i>
<i>Caprino/ovino</i>	0,040-0,061
<i>Bovinos de leite</i>	0,040-0,049
<i>Bovinos de corte</i>	0,040
<i>Suínos</i>	0,075-0,089
<i>Frangos de corte</i>	0,090
<i>Poedeiras</i>	0,100
<i>Codornas</i>	0,049

Fonte: Oliver e colaboradores (2008). Adaptado por Silva e Santos (2016).

De posse desses dados, é possível estimar a produção de biogás a partir de dejetos animais. Percebe-se que dejetos de poedeiras, frangos de corte e suínos produzem maior volume de biogás por massa de esterco, mas deve-se considerar que bovinos e equinos produzem mais esterco diariamente.

Há diversas metodologias onde se pode realizar tais cálculos. Esse artigo optou pela utilizada por Silva e Santos (2016), que consiste em sete passos. Assim: verifica-se o número de animais; a quantidade de dejetos produzidos por dia e por mês; calcula-se a conversão em biogás; o poder calorífico; a produção de energia elétrica; considera-se a eficiência de conversão em energia elétrica e por fim, o poder calorífico total, o qual será comparado a outros gases.

Nesse aspecto, Silva e colaboradores (2016), com parâmetros específicos estabeleceram uma relação de 1,37 kg de biogás para 1 kg de GLP. Essa razão varia, obviamente, mas por motivo de padronização, esse artigo trabalhará com o valor exposto.

Assim, considerando que de acordo com Sindigás (s.d.) são vendidos mensalmente 33 milhões de botijões de gás de 13 kg e de tamanhos inferiores, ao ano, vende-se 396 milhões de unidades. Assumindo que todos possuem 13 kg, pode-se afirmar que são vendidos 5.148.000.000 kg de GLP.

Dessa forma, considerando a razão calculada por Silva e colaboradores (2016), pode-se dizer que é preciso produzir 7.052.760.000 kg de biogás para a total substituição de GLP.

Ainda assim, para cálculos posteriores, assumindo que 1 kg de GLP possui 11.500 kcal, conforme ANP (2011), um botijão de 13 kg possui 149.500 kcal.

Por fim, também para cálculos posteriores, é importante citar que, de acordo com ANDA (s.d.), em 2015, 30.201.998 ton de fertilizantes foram entregues ao consumidor final.

2. Produção de Energia

2.1. Energia elétrica

A Tabela 3 apresenta dados sobre o potencial de produção de biogás e energia elétrica no Norte do Brasil.

Tabela 3: Potencial de produção de biogás e energia elétrica com dejetos suínos no Norte do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biogás potencial (mi m³/ano)</i>	<i>Energia gerada com 25% de eficiência (GWh/ano)</i>	<i>Percentual de energia gerada da região geográfica</i>	<i>Percentual de energia gerada do total nacional</i>
<i>Brasil</i>	2.679,91	4.676,44	2.918,95%	100,00%
<i>Norte</i>	91,81	160,21	100,00%	3,43%
<i>Acre</i>	10,09	17,60	10,99%	0,38%
<i>Amazonas</i>	4,22	7,36	4,59%	0,16%
<i>Rondônia</i>	15,53	27,09	16,91%	0,58%
<i>Roraima</i>	2,06	3,59	2,24%	0,08%
<i>Pará</i>	37,57	65,55	40,92%	1,40%
<i>Amapá</i>	2,45	4,27	2,67%	0,09%
<i>Tocantins</i>	19,91	34,74	21,69%	0,74%

Fonte: Autor

É possível confirmar a ideia de que o Pará tem o maior potencial de produção de energia elétrica a partir de biogás na região Norte, sendo responsável por 40,92% da possível geração elétrica da região. Contudo, constitui 1,40% do percentual nacional.

A Tabela 4 apresenta os mesmos valores para o caso do Nordeste.

Tabela 4: Potencial de produção de biogás e energia elétrica com dejetos suínos no Nordeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biogás potencial (mi m³/ano)</i>	<i>Energia gerada com 25% de eficiência (GWh/ano)</i>	<i>Percentual de energia gerada da região geográfica</i>	<i>Percentual de energia gerada do total nacional</i>
<i>Brasil</i>	2.679,91	4.676,44	684,29%	100%
<i>Nordeste</i>	391,63	683,40	100,00%	14,61%
<i>Maranhão</i>	82,95	144,75	21,18%	3,10%
<i>Piauí</i>	54,57	95,22	13,93%	2,04%
<i>Ceará</i>	85,41	149,05	21,81%	3,19%
<i>Rio Grande do Norte</i>	17,38	30,33	4,44%	0,65%
<i>Paraíba</i>	11,75	20,51	3,00%	0,44%
<i>Pernambuco</i>	41,16	71,83	10,51%	1,54%
<i>Alagoas</i>	9,60	16,75	2,45%	0,36%
<i>Sergipe</i>	6,89	12,03	1,76%	0,26%
<i>Bahia</i>	81,91	142,93	20,92%	3,06%

Fonte: Autor

Nesse caso, destaca-se o Ceará, o Maranhão e a Bahia, tendo os maiores percentuais da região, com pouca diferença entre si. Vale ressaltar, contudo, que também possuem baixo percentual em relação ao total nacional.

Da mesma forma, a Tabela 5 apresenta valores para o Centro-Oeste.

Tabela 5: Potencial de produção de biogás e energia elétrica com dejetos suínos no Centro-Oeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biogás potencial (mi m³/ano)</i>	<i>Energia gerada com 25% de eficiência (GWh/ano)</i>	<i>Percentual de energia gerada da região geográfica</i>	<i>Percentual de energia gerada do total nacional</i>
<i>Brasil</i>	2.679,91	4.676,44	629,59%	100,00%
<i>Centro-Oeste</i>	425,66	742,78	100,00%	15,88%
<i>Mato Grosso</i>	191,87	334,81	45,08%	7,16%
<i>Mato Grosso do Sul</i>	86,32	150,62	20,28%	3,22%
<i>Distrito Federal</i>	10,50	18,33	2,47%	0,39%
<i>Goiás</i>	136,97	239,01	32,18%	5,11%

Fonte: Autor

O Mato Grosso corresponde ao maior percentual regional, sendo seguido por Goiás e Mato Grosso do Sul. O Distrito Federal possui uma participação pequena.

A Tabela 6 apresenta tais valores para o caso do Sudeste.

Tabela 6: Potencial de produção de biogás e energia elétrica com dejetos suínos no Sudeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biogás potencial (mi m³/ano)</i>	<i>Energia gerada com 25% de eficiência (GWh/ano)</i>	<i>Percentual de energia gerada da região geográfica</i>	<i>Percentual de energia gerada do total nacional</i>
<i>Brasil</i>	2.679,91	4.676,44	574,00%	100,00%
<i>Sudeste</i>	466,88	814,71	100,00%	17,42%
<i>Minas Gerais</i>	339,89	593,11	72,80%	12,68%
<i>Espírito Santo</i>	21,73	37,91	4,65%	0,81%
<i>Rio de Janeiro</i>	5,26	9,18	1,13%	0,20%
<i>São Paulo</i>	100,01	174,51	21,42%	3,73%

Fonte: Autor

Pode-se dizer que Minas Gerais possui o maior percentual da região, sendo seguido por São Paulo. A diferença, contudo, é grande, sendo a produção mineira hegemônica. Compõe, contudo, 12,68% do percentual nacional.

A Tabela 7, por sua vez, apresenta os resultados para o Sul.

Tabela 7: Potencial de produção de biogás e energia elétrica com dejetos suínos no Sul do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biogás potencial (mi m³/ano)</i>	<i>Energia gerada com 25% de eficiência (GWh/ano)</i>	<i>Percentual de energia gerada da região geográfica</i>	<i>Percentual de energia gerada do total nacional</i>
<i>Brasil</i>	2.679,91	4.676,44	205,53%	100,00%
<i>Sul</i>	1.303,92	2.275,34	100,00%	48,66%
<i>Paraná</i>	480,43	838,34	36,84%	17,93%
<i>Santa Catarina</i>	440,01	767,82	33,75%	16,42%
<i>Rio Grande do Sul</i>	383,48	669,18	29,41%	14,31%

Fonte: Autor

Nesse caso, há pouca diferença entre cada estado, tendo o Paraná o maior percentual da região, sendo seguido por Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Sobre o percentual nacional, todos possuem valores acima da média, mostrando que a produção do Sul tende a superar todas as outras.

Por fim, a Tabela 8 apresenta os percentuais das regiões geográficas do Brasil.

Tabela 8: Potencial de produção de biogás e energia elétrica com dejetos suínos no Brasil no ano de 2015.

	<i>Biogás potencial (mi m³/ano)</i>	<i>Energia gerada com 25% de eficiência (GWh/ano)</i>	<i>Percentual de energia gerada do total nacional</i>
<i>Brasil</i>	2.679,91	4.676,44	100,00%
<i>Norte</i>	91,81	160,21	3,43%
<i>Nordeste</i>	391,63	683,40	14,61%
<i>Centro-Oeste</i>	425,66	742,78	15,88%
<i>Sudeste</i>	466,88	814,71	17,42%
<i>Sul</i>	1.303,92	2.275,34	48,66%

Fonte: Autor

Percebe-se que o Sul possui quase metade do percentual do Brasil, mais especificamente, 48,66%. O Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste possuem pouca diferença, representando, nessa ordem, os maiores percentuais. A região Norte, por fim, possui produção pequena em comparação a todos os outros.

Um dos objetivos de fontes alternativas de energia é a redução da dependência das fontes tradicionais. A produção de biogás poderia suprir cerca de 1,01% do consumo de

energia elétrica de 2015. Portanto, o impacto seria pequeno e pode-se dizer que não considerável no aspecto estratégico. Contudo, sobre a microgeração, a literatura científica indica que o uso de biogás, não necessariamente de dejetos suínos, pode ser favorável.

Silva e colaboradores (2016) estimaram a produção de biogás de uma escola pública estadual do interior de São Paulo e concluíram que, apesar de poder suprir 3% da demanda de energia elétrica, poderia suprir a demanda de GLP e haveria um excedente de 25% de poder calorífico, com produção de 1.360 kg de biofertilizante por mês.

Silva e Santos (2016), em cenário hipotético, estimaram que uma propriedade rural com 200 cabeças de gado leiteiro poderia produzir o equivalente a 107 botijões de GLP de 13 kg por mês. Os mesmos autores fizeram a mesma estimativa para resíduos de alimentos em restaurante, obtendo 14,5 botijões de GLP de 13 kg por mês.

Neves (2010) construiu um biodigestor para processamento de dejetos bovinos, tendo demonstrado viabilidade técnica e econômica na implantação desse em uma propriedade rural.

Gracino (2010) analisou o cenário de Araçatuba e região para a produção de biogás de aterros sanitários e, apesar da falta de dados, concluiu que há viabilidade para um projeto que visa recuperar o biogás dos aterros sanitários. Quanto a isso, o autor estimou que Araçatuba pode gerar 13.040 MWh/ano de acordo com o método da USEPA ou 12.649 MWh/ano conforme o método do programa Biogás Geração e Uso Energético.

Santos (2013), analisando a situação de um curtume concluiu que a geração de energia elétrica de biogás a partir dos efluentes podem suprir parte do consumo de energia elétrica, permitindo retorno em curto prazo.

2.2. Energia térmica

Os cálculos a seguir visam estimar a capacidade de substituição de GLP com biogás oriundo de dejetos suínos. Assim, calcula-se unidades de botijões de gás. Contudo, os cálculos consideraram que os botijões teriam o poder calorífico de um botijão de GLP. Assim, a massa de um botijão de biogás teria um valor próximo de 17,81 kg. Para um botijão com massa de 13 kg, contudo, o poder calorífico seria equivalente a 9,49 kg de GLP.

A Tabela 9 apresenta o potencial de produção de botijões de gás para a região Norte do Brasil.

Tabela 9: Potencial de produção de botijões de gás com biogás de dejetos suínos no Norte do Brasil.

	<i>Botijões de gás produzidos por ano</i>	<i>Percentual de botijões - região geográfica</i>	<i>Percentual de botijões - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de GLP (botijões)</i>
<i>Brasil</i>	107.554.906	2.918,92%	100,00%	27,16%
<i>Norte</i>	3.684.752	100,00%	3,43%	0,93%
<i>Acre</i>	404.801	10,99%	0,38%	0,10%
<i>Amazonas</i>	169.225	4,59%	0,16%	0,04%
<i>Rondônia</i>	623.161	16,91%	0,58%	0,16%
<i>Roraima</i>	82.522	2,24%	0,08%	0,02%
<i>Pará</i>	1.507.701	40,92%	1,40%	0,38%
<i>Amapá</i>	98.257	2,67%	0,09%	0,02%
<i>Tocantins</i>	799.086	21,69%	0,74%	0,20%

Fonte: Autor

O destaque da região Norte é o Pará, com 40,92% da produção. A produção de outros estados não é tão expressiva, mas é importante citar o Tocantins, Rondônia e Acre, nessa ordem. Sobre o percentual nacional, contudo, os valores estão abaixo de 1% mesmo somados. Portanto, grande parte do potencial de produção não está no Norte.

A Tabela 10 apresenta os resultados para o Nordeste do Brasil.

Tabela 10: Potencial de produção de botijões de gás com biogás de dejetos suínos no Nordeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Botijões de gás produzidos por ano</i>	<i>Percentual de botijões - região geográfica</i>	<i>Percentual de botijões - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de GLP (botijões)</i>
<i>Brasil</i>	107.554.906	684,29%	100,00%	27,16%
<i>Nordeste</i>	15.717.761	100,00%	14,61%	3,97%
<i>Maranhão</i>	3.329.259	21,18%	3,10%	0,84%
<i>Piauí</i>	2.190.040	13,93%	2,04%	0,55%
<i>Ceará</i>	3.427.959	21,81%	3,19%	0,87%
<i>Rio Grande do Norte</i>	697.510	4,44%	0,65%	0,18%
<i>Paraíba</i>	471.712	3,00%	0,44%	0,12%
<i>Pernambuco</i>	1.651.988	10,51%	1,54%	0,42%
<i>Alagoas</i>	385.344	2,45%	0,36%	0,10%
<i>Sergipe</i>	276.584	1,76%	0,26%	0,07%
<i>Bahia</i>	3.287.364	20,91%	3,06%	0,83%

Fonte: Autor

Os maiores potenciais são do Ceará, Maranhão e Bahia, respectivamente. Esses valores, contudo, representam pouco mais de 3% cada em comparação com o país.

A Tabela 11 apresenta os valores para o Centro-Oeste do Brasil.

Tabela 11: Potencial de produção de botijões de gás com biogás de dejetos suínos no Centro-Oeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Botijões de gás produzidos por ano</i>	<i>Percentual de botijões - região geográfica</i>	<i>Percentual de botijões - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de GLP (botijões)</i>
<i>Brasil</i>	107.554.906	629,59%	100,00%	27,16%
<i>Centro-Oeste</i>	17.083.318	100,00%	15,88%	4,31%
<i>Mato Grosso</i>	7.700.445	45,08%	7,16%	1,94%
<i>Mato Grosso do Sul</i>	3.464.265	20,28%	3,22%	0,87%
<i>Distrito Federal</i>	421.531	2,47%	0,39%	0,11%
<i>Goiás</i>	5.497.078	32,18%	5,11%	1,39%

Fonte: Autor

Os destaques nesse caso, são Mato Grosso e Goiás, nessa ordem. Mato Grosso do Sul, contudo, possui produção considerável. Apenas o Distrito Federal possui pequeno potencial.

A Tabela 12, da mesma forma, apresenta os dados para o Sudeste do Brasil.

Tabela 12: Potencial de produção de botijões de gás com biogás de dejetos suínos no Sudeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Botijões de gás produzidos por ano</i>	<i>Percentual de botijões - região geográfica</i>	<i>Percentual de botijões - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de GLP (botijões)</i>
<i>Brasil</i>	107.554.906	574,00%	100,00%	27,16%
<i>Sudeste</i>	18.737.806	100,00%	17,42%	4,73%
<i>Minas Gerais</i>	13.641.156	72,80%	12,68%	3,44%
<i>Espírito Santo</i>	872.016	4,65%	0,81%	0,22%
<i>Rio de Janeiro</i>	211.052	1,13%	0,20%	0,05%
<i>São Paulo</i>	4.013.582	21,42%	3,73%	1,01%

Fonte: Autor

Já no Sudeste do Brasil, o destaque é Minas Gerais, com 72,80% do potencial. São Paulo, contudo, possui potencial considerável. Espírito Santo fica à frente do Rio de Janeiro, que contribui com o menor valor para a região.

Já a Tabela 13, apresenta os resultados para o Sul.

Tabela 13: Potencial de produção de botijões de gás com biogás de dejetos suínos no Sul do Brasil no ano de 2015.

	<i>Botijões de gás produzidos por ano</i>	<i>Percentual de botijões - região geográfica</i>	<i>Percentual de botijões - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de GLP (botijões)</i>
<i>Brasil</i>	107.554.906	205,53%	100,00%	27,16%
<i>Sul</i>	52.331.268	100,00%	48,66%	13,21%
<i>Paraná</i>	19.281.275	36,84%	17,93%	4,87%
<i>Santa Catarina</i>	17.659.360	33,75%	16,42%	4,46%
<i>Rio Grande do Sul</i>	15.390.633	29,41%	14,31%	3,89%

Fonte: Autor

Percebe-se que há pouca diferença entre os três estados do Sul, mas é importante destacar que os valores são, em ordem, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Além disso, um detalhe é que o estado com menor potencial no Sul, possui potencial muito maior que o Norte e potencial equivalente ao Nordeste.

Por fim, a Tabela 14 apresenta os valores nacionais.

Tabela 14: Potencial de produção de botijões de gás com biogás de dejetos suínos no Brasil no ano de 2015.

	<i>Botijões de gás produzidos por ano</i>	<i>Percentual de botijões - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de GLP (botijões)</i>
<i>Brasil</i>	107.554.906	100,00%	27,16%
<i>Norte</i>	3.684.752	3,43%	0,93%
<i>Nordeste</i>	15.717.761	14,61%	3,97%
<i>Centro-Oeste</i>	17.083.318	15,88%	4,31%
<i>Sudeste</i>	18.737.806	17,42%	4,73%
<i>Sul</i>	52.331.268	48,66%	13,21%

Fonte: Autor

Assim, pode-se visualizar que o maior potencial está no Sul do Brasil, com 48,66%, seguido pelo Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

O Brasil poderia produzir 107 milhões de botijões de gás oriundo de dejetos suínos, o que equivale a 1.905.670.000 kg. Isso é, aproximadamente, ¼ do consumo nacional de GLP.

2.3. Biofertilizante

A Tabela 15 apresenta o potencial de produção de biofertilizante para o Norte do Brasil.

Tabela 15: Potencial de produção de biofertilizante de biogás de dejetos suínos no Norte do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biofertilizante potencial (ton/ano)</i>	<i>Percentual de biofertilizante - região geográfica</i>	<i>Percentual de biofertilizante - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de fertilizantes</i>
<i>Brasil</i>	27.779.552,16	2918,92%	100,00%	91,98%
<i>Norte</i>	951.707,00	100,00%	3,43%	3,15%
<i>Acre</i>	104.553,01	10,99%	0,38%	0,35%
<i>Amazonas</i>	43.707,79	4,59%	0,16%	0,14%
<i>Rondônia</i>	160.951,57	16,91%	0,58%	0,53%
<i>Roraima</i>	21.313,94	2,24%	0,08%	0,07%
<i>Pará</i>	389.412,77	40,92%	1,40%	1,29%
<i>Amapá</i>	25.378,06	2,67%	0,09%	0,08%
<i>Tocantins</i>	206.389,86	21,69%	0,74%	0,68%

Fonte: Autor

Percebe-se que o Pará e Tocantins, assim como nos casos da produção de bioeletricidade e gás de cozinha, continuam liderando.

A Tabela 16 apresenta os mesmos dados para o Nordeste.

Tabela 16: Potencial de produção de biofertilizante de biogás de dejetos suínos no Nordeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biofertilizante potencial (ton/ano)</i>	<i>Percentual de biofertilizante - região geográfica</i>	<i>Percentual de biofertilizante - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de fertilizantes</i>
<i>Brasil</i>	27.779.552,16	684,29%	100,00%	91,98%
<i>Nordeste</i>	4.059.622,96	100,00%	14,61%	13,44%
<i>Maranhão</i>	859.889,44	21,18%	3,10%	2,85%
<i>Piauí</i>	565.649,12	13,93%	2,04%	1,87%
<i>Ceará</i>	885.381,99	21,81%	3,19%	2,93%
<i>Rio Grande do Norte</i>	180.154,57	4,44%	0,65%	0,60%
<i>Paraíba</i>	121.834,94	3,00%	0,44%	0,40%
<i>Pernambuco</i>	426.679,53	10,51%	1,54%	1,41%
<i>Alagoas</i>	99.527,66	2,45%	0,36%	0,33%
<i>Sergipe</i>	71.436,92	1,76%	0,26%	0,24%
<i>Bahia</i>	849.068,78	20,91%	3,06%	2,81%

Fonte: Autor

Da mesma forma, Ceará, Maranhão e Bahia mantêm os primeiros lugares, na ordem indicada.

A seguir, a Tabela 17 para o Centro-Oeste.

Tabela 17: Potencial de produção de biofertilizante de biogás de dejetos suínos no Centro-Oeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biofertilizante potencial (ton/ano)</i>	<i>Percentual de biofertilizante - região geográfica</i>	<i>Percentual de biofertilizante - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de fertilizantes</i>
<i>Brasil</i>	27.779.552,16	629,59%	100,00%	91,98%
<i>Centro-Oeste</i>	4.412.322,52	100,00%	15,88%	14,61%
<i>Mato Grosso</i>	1.988.890,36	45,08%	7,16%	6,59%
<i>Mato Grosso do Sul</i>	894.759,06	20,28%	3,22%	2,96%
<i>Distrito Federal</i>	108.874,02	2,47%	0,39%	0,36%
<i>Goiás</i>	1.419.799,09	32,18%	5,11%	4,70%

Fonte: Autor

Mato Grosso e Goiás continuam como regiões de destaque nesse caso, sendo seguidos pelo Mato Grosso do Sul.

A Tabela 18 apresenta os resultados para o Sudeste.

Tabela 18: Potencial de produção de biofertilizante de biogás de dejetos suínos no Sudeste do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biofertilizante potencial (ton/ano)</i>	<i>Percentual de biofertilizante - região geográfica</i>	<i>Percentual de biofertilizante - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de fertilizantes</i>
<i>Brasil</i>	27.779.552,16	574,00%	100,00%	91,98%
<i>Sudeste</i>	4.839.647,77	100,00%	17,42%	16,02%
<i>Minas Gerais</i>	3.523.272,22	72,80%	12,68%	11,67%
<i>Espírito Santo</i>	225.226,38	4,65%	0,81%	0,75%
<i>Rio de Janeiro</i>	54.511,00	1,13%	0,20%	0,18%
<i>São Paulo</i>	1.036.638,17	21,42%	3,73%	3,43%

Fonte: Autor

Minas Gerais se mantém como maior produtor do Sudeste, sendo seguido por São Paulo. A produção é considerável a nível nacional, tendo o Sudeste 16,02% do potencial de produção do país.

A Tabela 19 informa os dados do Sul.

Tabela 19: Potencial de produção de biofertilizante de biogás de dejetos suínos no Sul do Brasil no ano de 2015.

	<i>Biofertilizante potencial (ton/ano)</i>	<i>Percentual de biofertilizante - região geográfica</i>	<i>Percentual de biofertilizante - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de fertilizantes</i>
<i>Brasil</i>	27.779.552,16	205,53%	100,00%	91,98%
<i>Sul</i>	13.516.251,91	100,00%	48,66%	44,75%
<i>Paraná</i>	4.980.016,27	36,84%	17,93%	16,49%
<i>Santa Catarina</i>	4.561.104,08	33,75%	16,42%	15,10%
<i>Rio Grande do Sul</i>	3.975.131,57	29,41%	14,31%	13,16%

Fonte: Autor

O Sul do Brasil, novamente, apresenta os maiores valores nacionais, tendo enorme potencial para produção de biofertilizante.

A Tabela 20, por fim, apresenta os resultados a nível nacional.

Tabela 20: Potencial de produção de biofertilizante de biogás de dejetos suínos no Brasil no ano de 2015.

	<i>Biofertilizante potencial (ton/ano)</i>	<i>Percentual de biofertilizante - total</i>	<i>Percentual potencial de substituição de fertilizantes</i>
<i>Brasil</i>	27.779.552,16	100,00%	91,98%
<i>Norte</i>	951.707,00	3,43%	3,15%
<i>Nordeste</i>	4.059.622,96	14,61%	13,44%
<i>Centro-Oeste</i>	4.412.322,52	15,88%	14,61%
<i>Sudeste</i>	4.839.647,77	17,42%	16,02%
<i>Sul</i>	13.516.251,91	48,66%	44,75%

Fonte: Autor

Pode-se perceber que a participação de cada região geográfica é praticamente a mesma que nos outros casos. Assim, o Sul possui o maior potencial produtivo do Brasil, sendo seguido pelo Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

Um resultado importante, além disso, é que o Brasil tem capacidade de substituir 91,98% dos fertilizantes produzidos no Brasil. Obviamente há questões técnicas que podem inviabilizar essa substituição, já que há demandas nutricionais diferentes. Contudo, é um mercado que pode ser explorado e reduzir a necessidade de importação.

3. Considerações finais

A pesquisa sugeriu que a produção de energia elétrica a nível nacional não é interessante, pois seria capaz de substituir 1,01%. Contudo, a literatura indica que no caso da microgeração, passa a ser considerável, já que pode haver retorno em pouco tempo.

Apesar disso, a produção de biogás para substituir o GLP é expressiva. Seria necessário sete bilhões de quilogramas de biogás para substituir cinco bilhões de quilogramas de GLP, enquanto a produção total seria de quase dois bilhões. Assim, pode-se dizer que existe a possibilidade da total substituição de GLP se considerada a produção de biogás de outras fontes, como dejetos bovinos.

O Sul provavelmente captaria os maiores investimentos, pois é a região com maior potencial de produção de biogás no Brasil. O Sudeste possui grande potencial também, apesar de não tão grande quanto o Sul.

Deve-se considerar, contudo, que essas possibilidades consideram apenas o rebanho suíno. Em outros casos, outras regiões do Brasil podem possuir maior destaque. É possível, por exemplo, que o Sudeste tenha maior potencial de produção a partir de aterros sanitários, pois possui as maiores cidades do país.

Assim, os autores sugerem que trabalhos semelhantes a esse sejam feitos, avaliando a capacidade de produção de biogás, eletricidade e substituição de GLP do Brasil com outras fontes. É interessante também analisar a capacidade de substituição de GNV, que não foi abordada nesse artigo.

4. Referências bibliográficas

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Nota Técnica nº157/2014/SBQ/RJ**. Disponível em: <www.anp.gov.br/?dw=72846>. Acesso em: 27 jan. 2018.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Principais Indicadores do Setor de Fertilizantes**. Disponível em: <http://www.anda.org.br/estatistica/Principais_Indicadores_2015.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2018.

BLEY JÚNIOR, C. O Biogás. In:_____. **Biogás: a energia invisível**. 2. ed. São Paulo: CIBiogás, 2015. p.143-151.

COLATTO, L.; LANGER, M. **Biodigestor - resíduo sólido pecuário para produção de energia**. Unoesc & Ciência - ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, 2011.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Biogas processes for sustainable development**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0541e/T0541E00.htm#Contents>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor**: um estudo de caso na região de Toledo - PR. 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GRACINO, M. C. S. **Caracterização dos aterros sanitários de Araçatuba e Região e o Potencial do Aterro Sanitário da Cidade de Araçatuba para Produção de Biogás**. 2010. 65 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis). Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, SP.

NEVES, V. L. V. **Construção de biodigestor para produção de biogás a partir da fermentação de esterco bovino**. 2010. 56f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis). Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, SP.

OLIVER, A. P. M. et al. **Manual de Treinamento em Biodigestão**. Disponível em em: <http://www.ieham.org/html/docs/Manual_Biodigestao.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2018.

SANTOS, A. F. S. **Estudo de viabilidade de aplicação do biogás no ambiente urbano**. Disponível em: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/27/2014/01/santos_afs.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2018.

SANTOS, M. S. **Estudo de viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de biogás em curtumes**. 2013. 47 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis). Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, SP.

SILVA, B. W. A.; SANTOS, L. C. **Biogás**: da matéria-prima ao produto final. 2016. 115 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis). Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, SP.

SILVA, B. W. A. et al. Estimativa da Produção de Biogás e Biofertilizante Utilizando Resíduos de Alimentos de Escolas Públicas Estaduais. In: X Congresso de Iniciação Científica da UNIFAI, 2016, Adamantina. **Anais...** Adamantina, Exatas, 2016. v. 19.

SINDIGÁS - Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo. **Gás GLP**: o gás do Brasil. Disponível em: <http://www.sindigas.org.br/uploads/book_sindigas_2013_site.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2018.