

# Impacto econômico-ambiental da produção de biogás para consumo próprio em estabelecimentos agropecuários de pequeno e médio porte

Rosana do Carmo Nascimento Guiducci<sup>1</sup>, Priscila Seixas Sabaini<sup>2</sup>, Jhenifer Aline Bastos<sup>3</sup>, Silvia Belém Gonçalves<sup>4</sup>, Itânia Pinheiro Soares<sup>5</sup>

## Resumo

Com o objetivo de avaliar o impacto econômico e ambiental da adoção de biodigestor de pequena escala em uma propriedade familiar e em um cenário de adoção amplo, com foco em estabelecimentos agropecuários de pequeno e médio porte, foram utilizados dados primários da produção de biogás coletados em propriedade familiar localizada em Luziânia, GO, e um cenário de adoção composto por 50% dos estabelecimentos com efetivo entre dez e 100 cabeças de bovinos. A ferramenta RenovaCalc foi utilizada para calcular emissões de CO<sub>2eq</sub> evitadas. Os resultados mostram o elevado potencial de impacto econômico (geração de renda anual equivalente a R\$ 1,45 bilhão pela substituição de gás liquefeito de petróleo (GLP) pelo biogás) e ambiental (emissão evitada de 595,2 mil t de CO<sub>2eq</sub> por ano) no cenário de adoção proposto. Conclui-se que a adoção de biodigestores de menor escala pode ser uma solução tecnológica importante para ampliar a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e gerar renda e maior autonomia energética no meio rural.

**Termos para indexação:** bioenergia, bovinocultura, economia circular, agregação de valor.

## Introdução

O Brasil possui o maior rebanho bovino do planeta, formado por 224,6 milhões de cabeças, em 2021, seguido pela Índia (193,2 milhões de cabeças), pela China (120,9 milhões), pelos Estados Unidos (93,8 milhões), pela Etiópia (65,7 milhões), pela Argentina (53,4 milhões) e pelo Paquistão (51,5 milhões de bovinos) (FAO, 2023).

O rebanho brasileiro está distribuído em todo o território nacional (Figura 1), sendo que 54,4% do efetivo bovino concentram-se em cinco estados: Mato Grosso, com 32,4 milhões de cabeças, respondendo por 14,4% do rebanho nacional; Goiás, com 24,3 milhões de cabeças (10,8% do rebanho nacional); Pará, com 23,9 milhões de cabeças (10,7% do rebanho); Minas Gerais, com 22,9 milhões de cabeças (10,2% do rebanho) e Mato Grosso do Sul, com rebanho de 18,6 milhões de cabeças (8,3%) (IBGE, 2021).

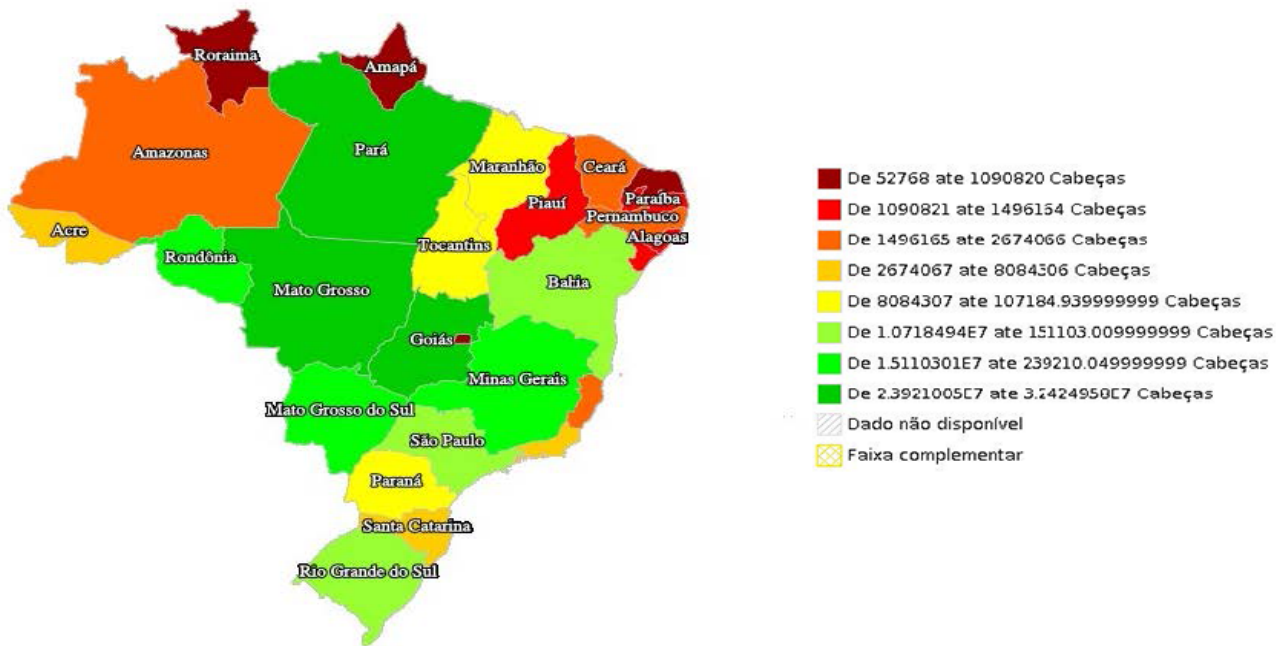
<sup>1</sup> Economista, doutora em Economia Aplicada, Embrapa Agroenergia, rosana.guiducci@embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheira de Alimentos, mestre em Ciências de Alimentos, Embrapa Agroenergia, priscila.sabaini@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental, doutoranda em Sustentabilidade Ambiental Urbana, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, jhenifer.bastos@colaborador.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheira Química, doutora em Engenharia Química, Embrapa Agroenergia, silvia.belem@embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheira Química, doutora em Química Analítica, Embrapa Agroenergia, itania.soares@embrapa



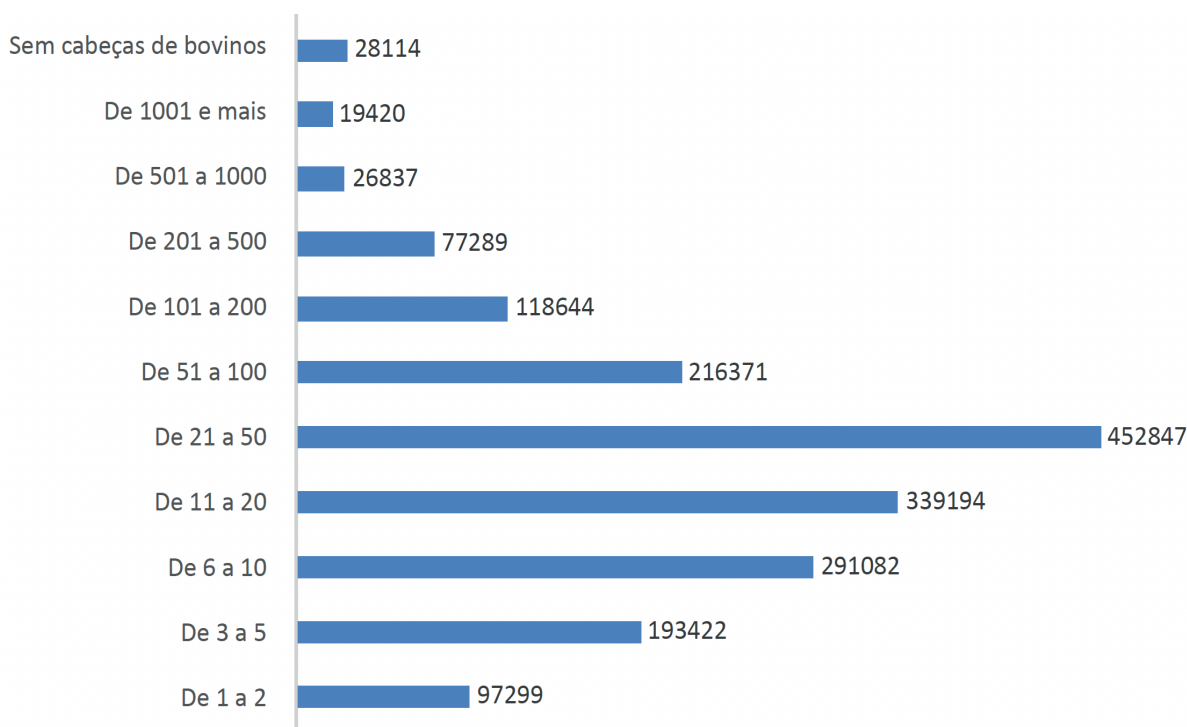
**Figura 1.** Distribuição geográfica do efetivo bovino no Brasil, em 2021, por número de cabeças.

Fonte: IBGE.

Analisando em termos de estabelecimentos agropecuários, dados do último Censo Agropecuário (IBGE, 2017) mostram elevada concentração de estabelecimentos de pequeno porte (de 0 até 100 cabeças de gado) (Figura 2). De um total de 1.860.519 estabelecimentos agropecuários com efetivo bovino no Brasil, 85% (1,56 milhão) são estabelecimentos com até 100 cabeças de bovinos. Esse contingente de produtores poderia se beneficiar da produção de biogás por meio do aproveitamento de dejetos da bovinocultura, caso houvesse disponibilidade no mercado de biodigestores adaptados para escalas menores de produção, voltada ao consumo próprio, com fins de autonomia energética e redução de custos nessas propriedades.

O biogás é um combustível gasoso, gerado pela decomposição da matéria orgânica, em um processo similar ao de compostagem. É composto basicamente por metano e gás carbônico, podendo ser utilizado com facilidade para geração de energia elétrica ou térmica em propriedades rurais. Tem como vantagem ser estocado com facilidade, garantindo estabilidade e controle da produção ao longo do tempo, ao contrário da energia solar e eólica.

A importância da produção do biogás em estabelecimentos rurais de pequeno e médio porte está relacionada à redução de custos com energia elétrica, substituição do gás liquefeito de petróleo (GLP) e produção própria de biofertilizante, além de impactos ambientais favoráveis frente ao elevado potencial de redução das emissões de gases de efeito estufa.



**Figura 2.** Estabelecimentos com bovinos no Brasil, por grupos de cabeças.

**Fonte:** Censo Agropecuário.

O objetivo deste trabalho é avaliar os impactos econômico e ambiental da adoção de biodigestor de pequena escala em uma propriedade familiar e avaliar esses impactos em um cenário de adoção amplo, com foco em estabelecimentos agropecuários de pequeno e médio porte.

## Materiais e métodos

O impacto econômico foi medido tendo como referência a substituição do consumo mensal de dois botijões de gás GLP pelo biogás produzido na propriedade familiar. Foram levantados dados primários em uma propriedade rural localizada no município de Luziânia, GO, relativos aos coeficientes técnicos de produção do biogás. Calculou-se a produção mensal e anual medida em botijões de 13 kg, com fins de comparação ao gás GLP. É importante ressaltar que o biodigestor pode ser adaptado para produção de um a dois botijões mensais, a depender da necessidade do produtor. Para fins deste estudo, optou-se pela produção otimizada correspondente a dois botijões mensais.

Propôs-se um cenário de adoção do biodigestor em 50% dos estabelecimentos agropecuários com bovinocultura entre 10 e 100 cabeças, considerados como de produtores de pequeno e médio porte neste estudo.

Na avaliação do impacto ambiental utilizou-se a RenovaCalc, ferramenta oficial de cálculo da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), para estimar a intensidade de carbono (IC) do biogás produzido. O cálculo da IC tem como base a avaliação de ciclo de vida atribucional, do berço ao túmulo, com alocação por critério energético. Os parâmetros técnicos da produção do biogás no cenário proposto foram agregados aos dados de inventário de ciclo de vida de processos de *background*, da base de dados Ecoinvent. As emissões de gases de efeito estufa (GEE) foram estimadas segundo o IPCC (2006). A somatória das emissões no processo de produção do biogás resulta na IC do biogás medido em  $\text{g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$ . A diferença entre a IC do biogás e a IC do gás GLP resulta em emissões evitadas – variável de referência para impacto ambiental neste estudo.

## Resultados e discussão

A produção de biogás no estabelecimento rural se estabilizou após três meses de operação desde a implementação do biodigestor. Nesse período, houve necessidade de manutenção por causa de problemas operacionais no local. Verificou-se que os parâmetros operacionais do biodigestor devem estar estáveis, com teor de metano de no mínimo 50% para que o biogás possa ser considerado como alternativa para a substituição do gás de cozinha.

O volume de biogás consumido pelo produtor em Luziânia, GO, desconsiderando o período inicial de instabilidade na produção, foi de 28,5 m<sup>3</sup> por mês. Sabendo-se que 1 m<sup>3</sup> de biogás representa 0,45 kg de GLP, conforme sugerido por Silva et al. (2019), verificou-se que o produtor deixou de consumir cerca de 12,8 kg de GLP/mês, o que corresponde à produção mensal de uma unidade de botijão. Nessa propriedade, o biodigestor foi confeccionado com a capacidade de 4.000 litros. No entanto, é possível tratar o mesmo volume de dejetos e otimizar a produção para até dois botijões por mês, a depender do volume do biodigestor. Para uma produção otimizada, ao preço médio de R\$ 120,00 o botijão de 13 kg, tem-se receita equivalente a R\$ 240,00 por mês ou R\$ 2.880,00 por ano.

No cenário de adoção proposto neste estudo, os impactos econômico e ambiental da produção de biogás alcançam números expressivos, como são mostrados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Nota-se que a substituição do consumo mensal de dois botijões de gás GLP pelo biogás em 50% dos estabelecimentos de 11 a 100 cabeças gera uma renda adicional ao produtor da ordem de R\$ 1,45 bilhão em um ano, sendo R\$ 488,44 milhões em estabelecimentos com 11 a 20 cabeças, R\$ 652,10 milhões em grupos de 21 a 50 cabeças e R\$ 311,57 milhões em grupos de estabelecimentos com 51 a 100 cabeças (Tabela 1).

**Tabela 1.** Impacto econômico da adoção do biodigestor, em estabelecimentos agropecuários, por grupo de cabeças de bovinos.

Grupo de cabeças de bovinos	Cenário de adoção (nº de estabelecimentos)	Produção anual em botijões de 13 kg	Valor da produção (R\$ milhões)
De 11 a 20	169.597,00	4.070.328	488,44
De 21 a 50	226.424	5.434.176	652,10
De 51 a 100	108.185	2.596.440	311,57
<b>Total</b>	<b>504.206</b>	<b>12.100.944</b>	<b>1.452,11</b>

O impacto ambiental dessa produção, considerando a categoria de impacto de mudanças climáticas, equivale a evitar a emissão de 595,2 mil toneladas de CO<sub>2eq</sub> (Tabela 2). Desse total, 200,2 mil t CO<sub>2eq</sub> (33,6%) são evitados no grupo de 11 a 20 cabeças, 267,2 mil t CO<sub>2eq</sub> (44,9%), no grupo de 21 a 50 cabeças, e 127,7 mil t CO<sub>2eq</sub> (21,5%), no grupo de 51 a 100 cabeças.

**Tabela 2.** Impacto ambiental da adoção do biodigestor, em estabelecimentos agropecuários, por grupo de cabeças de bovinos.

Grupo de cabeças	Produção anual em botijões de 13 kg	Emissão de t CO <sub>2eq</sub> gás GLP (A)	Emissão de t CO <sub>2eq</sub> biogás (B)	Emissões evitadas (t CO <sub>2eq</sub> ) C=(A-B)
De 11 a 20	4.070.328	209.024,35	8.828,20	200.196,14
De 21 a 50	5.434.176	279.062,30	11.786,28	267.276,02
De 51 a 100	2.596.440	133.335,49	5.631,46	127.704,03
<b>Total</b>	<b>12.100.944</b>	<b>621.422,14</b>	<b>26.245,95</b>	<b>595.176,19</b>

Para efeitos de comparação, Lacerda et al. (2009) relatam valores de fixação de CO<sub>2</sub> equivalentes entre 103,4 t ha<sup>-1</sup> e 689,3 t ha<sup>-1</sup> para as florestas tropicais nas Américas. Segundo os autores, os valores encontrados na literatura sobre fixação de carbono na forma de CO<sub>2eq</sub> são muito variáveis. Trazendo essa informação para as emissões evitadas no cenário de adoção proposto neste estudo, da ordem de 595,2 mil t de CO<sub>2eq</sub> por ano, a fixação de carbono equivaleria a uma área entre 863,45 e 5.756,06 de hectares de florestas tropicais.

## Conclusão

Conclui-se que o sistema de biodigestor adaptado às condições de produção da bovinocultura de pequeno e médio porte tem potencial significativo de gerar renda e evitar a emissão de GEE. Se metade dos estabelecimentos agropecuários com 10 a 100 cabeças de bovinos produzirem biogás na escala analisada neste estudo, seria evitada a emissão de 595,2 mil t CO<sub>2eq</sub>, o equivalente à fixação de carbono em uma área entre 863,45 e 5.756,06 de hectares de florestas tropicais. O impacto econômico, somente pela substituição do consumo mensal de dois botijões de gás GLP pelo biogás, é expressivo quando analisado em cenário de adoção amplo. Os números discutidos neste estudo revelam o grande potencial do Brasil, via inclusão social – um dos pilares da sustentabilidade – tendo em vista a quantidade de estabelecimentos agropecuários situados nos grupos que possuem entre 10 e 100 cabeças de bovinos. Para esse público, o acesso às tecnologias, capacitação e assistência técnica são condições *sine qua non* para a concretização desse potencial produtivo.

Acrescentam-se ainda ganhos em autonomia e segurança/disponibilidade pela geração própria, podendo gerar excedentes e outros produtos como biofertilizantes, ampliando ainda mais a geração de renda.

Conclui-se que o biodigestor de pequena escala pode contribuir para o desenvolvimento de uma economia local com fluxo financeiro e energético circular sustentável. Todavia, dependerá de esforços conjuntos das iniciativas privada e pública para tornar realidade esse potencial. De um lado, será necessário que a indústria produza biodigestores de pequena escala, eficientes e acessíveis aos produtores; de outro, será fundamental induzir a produção de biogás por esse segmento, por meio de políticas de crédito e assistência técnica.

## Referências bibliográficas

- FAO. **FAOSTAT**: crops and livestock products. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 3 ago. 2023.
- IBGE. **Censo Agropecuário, 2017**. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>. Acesso em: 2 ago. 2023.
- IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal, 2021**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2021>. Acesso em: 3 ago. 2023.
- LACERDA, J. S.; COUTO, H. T. Z.; HIROTA, M. M.; PASISHNYK, N.; POLIZEL, J. L. Estimativa de biomassa e carbono em áreas restauradas com plantio de essências nativas. **METRVIM**, n. 5, nov/2009.
- SILVA, I. M. **Estudo da viabilidade da implantação de um biodigestor sertanejo no assentamento trangola em currais novos (RN)**. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.