

## A suinocultura e a geração de biogás em uma propriedade rural sustentável

Geovana Menegheti -UTFPR – PG (geovana\_def@hotmail.com); Juliana Vitória Messias Bittencourt – UTFPR - PG (julianavitoria@utfpr.edu.br); André Luiz Przybysz -UTFPR – CP (andrelp@utfpr.edu.br); Maria Helene Giovanetti Canteri -UTFPR – PG (canteri@utfpr.edu.br); Reinalda Blanco Pereira - UTFPR-MD (reinaldab@utfpr.edu.br)

**Resumo:** Recentemente, preocupação com as questões ambientais vem crescendo cada vez mais nos últimos anos, devido à crescente degradação e o desenvolvimento de atividades danosas ao meio ambiente e a saúde pública, principalmente, nas propriedades rurais. O setor da suinocultura é responsável por promover inúmeros impactos ambientais, provenientes, principalmente, do manejo e disposição inadequada de resíduos suínos. Neste contexto, e em meio a atual crise energética do país, torna-se importante a implantação de medidas que possam atuar no tratamento e reaproveitamento de dejetos, assim como incentivar o uso de energias renováveis, de modo a favorecer o desenvolvimento sustentável nestas áreas. Por esta questão, o presente trabalho teve como objetivo principal verificar a sustentabilidade e até mesmo, a viabilidade econômica do reaproveitamento de biogás, gerado a partir do tratamento de resíduos orgânicos nas atividades de suinocultura. A metodologia consistiu na revisão bibliográfica de artigos, dissertações, teses e monografias. Os principais resultados demonstraram que esse aproveitamento tende a contribuir para a redução de impactos e favorecer a geração de energia, por meio de uma fonte limpa e considerada, inesgotável. Concluindo que, constitui uma medida sustentável capaz de estabelecer a proteção do meio ambiente, possibilitar o desenvolvimento econômico e promover a ideal qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Biogás; Suinocultura; Propriedades Rurais.

## Swine farming and the generation of biogas on a sustainable rural property

**Abstract:** Recently, concern about environmental issues has been increasing in recent years, due to the increasing degradation and the development of environmentally harmful activities and public health, especially in rural properties. The swine industry is responsible for promoting numerous environmental impacts, mainly from inadequate management and disposal of swine waste. In this context, and in the midst of the current energy crisis in the country, it is important to implement measures that can act in the treatment and reuse of waste, as well as encourage the use of renewable energy, in order to favor sustainable development in these areas. For this reason, the present work aimed to verify the sustainability and even the economic viability of biogas reuse, generated from the treatment of organic residues in pig farming activities. The methodology consisted of a literature review of articles, dissertations, theses and monographs. The main results showed that this use tends to contribute to the reduction of impacts and favor the generation of energy through a clean and considered inexhaustible source. In conclusion, it constitutes a sustainable measure capable of establishing environmental protection, enabling economic development and promoting the ideal quality of life.

**Key-words:** Sustainability; Biogas; Pig farming; Rural Properties.

## 1. Introdução

As condições de vida humana no planeta dependem, fundamentalmente, da forma como o homem utiliza a energia. A qualidade de vida da população de uma determinada nação está, invariavelmente, atrelada a forma como esta se apropria dos meios tecnológicos para a obtenção de energia.

Os recursos energéticos são fundamentais para o desenvolvimento econômico e social dos países. Entretanto, sua produção é responsável pela geração e lançamento por gerar e lançar uma grande quantidade de gases e partículas poluentes na atmosfera, uma vez que boa parte da energia gerada é proveniente de fontes não renováveis, como os combustíveis fósseis (petróleo, gás e carvão), com influência na redução da qualidade de vida, bem como na ocorrência de desastres e o aumento de temperaturas (CURI, 2011).

Uma vez que cerca de 44% da energia mundial provêm de fontes não renováveis. (FERNANDES, 2012), com grande representatividade das fontes de origem fóssil na matriz energética brasileira e sua possibilidade de esgotamento, vêm surgindo, ao longo dos anos, inúmeros estudos e pesquisas relacionadas ao uso de energias renováveis. Estas buscam impulsionar o desenvolvimento de um novo ciclo energético, baseado principalmente, na utilização de fontes limpas (ALMEIDA, 2012).

Além disso, é premente a necessidade da busca por alternativas capazes de minimizar os impactos ambientais e, conseqüentemente, garantir o fornecimento adequado de energia, em especial no atual cenário de mudanças climáticas. Em meio a esse contexto, surge como solução uma fonte de energia nomeada como biomassa, que corresponde ao aproveitamento de resíduos orgânicos para fins energéticos (BELINE, 2010).

De acordo com Fernandes (2012), as atividades de suinocultura são responsáveis por provocar grandes impactos ambientais, especialmente, sobre o solo e os corpos hídricos, quando não adotadas práticas de conservação ambiental que visem estabelecer princípios de sustentabilidade. Isso se justifica em razão da excessiva geração de biomassa suína (dejetos), muitas vezes disposta ou destinada de forma inadequada.

O aproveitamento de dejetos suínos constitui uma ferramenta essencial ao desenvolvimento sustentável das áreas rurais, capaz de reduzir os impactos ambientais do setor produtivo da suinocultura, por meio da transformação de resíduos em biogás (BRAGA, 2015). Essa ação representa uma alternativa renovável que, de acordo com Fernandes (2012), pode contribuir de forma significativa para o suprimento da crescente demanda por energia elétrica, térmica e mecânica.

Levando em consideração, a necessidade da implantação de instrumentos de sustentabilidade no atual modelo de produção rural no Brasil e da pouca divulgação a respeito do aproveitamento de resíduos suínos para a geração de biogás e, conseqüentemente, energia, torna-se importante o desenvolvimento de estudos que possam contribuir para divulgar ou ainda ampliar os conhecimentos a respeito do tema. Em função disso, o presente trabalho tem como objetivo principal verificar a sustentabilidade ambiental das tecnologias de biogás nas propriedades rurais com atividades voltadas a suinocultura.

A metodologia utilizada consistiu na revisão bibliográfica de artigos, dissertações, monografias e teses, disponíveis na Biblioteca Nacional de Teses e Dissertações (BDTD), no

Google Acadêmico e na base de dados SCOPUS. Os estudos selecionados compreenderam obras publicadas nos últimos 20 anos, pesquisadas por meio das seguintes palavras-chave: Sustentabilidade, Biogás, Suinocultura, Resíduos Suínos, Dejetos Suínos, e Energia Renovável.

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1 A geração de energia e o desenvolvimento sustentável

A capacidade de suporte do planeta é limitada, e vem sofrendo ao longo dos últimos anos consequências graves em relação à disponibilidade e a preservação de recursos naturais. Acredita-se que com o aumento dos impactos ambientais gerados pelas ações antrópicas, principalmente a partir da Revolução Industrial em meados do século XVIII, a degradação ambiental foi potencializada, proporcionando sérios riscos aos ecossistemas, à qualidade de vida e a garantia do valor econômico (PEREIRA, 2013).

Desta forma, de acordo com Pereira (2013), a questão ambiental tornou-se aos poucos um dos grandes focos mundiais gerando significativa pressão sobre os governos e empresas. Entretanto, Pacheco (2016) ressalta que os impactos ambientais mais significativos são provenientes do setor de energia, que conta com o uso e a exploração quase que predominante de combustíveis fósseis, responsáveis por liberar grandes quantidades de gases e partículas poluentes (dióxido de carbono, compostos orgânicos voláteis e substâncias ácidas) na atmosfera, com tendência a contribuir para o efeito estufa, a poluição do ar e conseqüentemente danos à saúde humana e ao equilíbrio dos ecossistemas.

Conforme ressaltam Villain e Caetano (2007), a energia elétrica constitui um recurso vital e indispensável para o desenvolvimento humano, uma vez que, correspondem à principal fonte de luz, calor e força. Além disso, conforme ressalta Haddad (2006), é fundamental para todos os setores, principalmente, para atividades direcionadas aos processos produtivos, à conservação de alimentos, à iluminação, ao transporte, e à comunicação e divulgação de informações. Proporciona, também, estudos tecnológicos e científicos que tendem a promover avanços na saúde e educação (HADDAD, 2006).

Nesse contexto, em meio à crescente demanda por energia e à exploração exagerada de combustíveis fósseis como alternativa energética, assim como à preocupação e necessidade de implantação de mecanismos de conservação e preservação de recursos naturais, inúmeros estudos e debates surgiram ao longo dos últimos 40 anos. Tais debates demonstraram, no início do século XX, a importância de conferir princípios de sustentabilidade passíveis de possibilitar um desenvolvimento ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável. Além disso, poderiam contar com a aplicação de práticas, planos e/ou iniciativas para promover a revisão de hábitos, atividades e processos produtivos, tanto de governos, empresas e sociedade em geral, considerando não apenas a capacidade de suporte dos ecossistemas, mas também a capacidade de suporte do sistema econômico (PEREIRA, 2013).

Com base nestes fatos, por volta de 1987, foi definido o termo “desenvolvimento sustentável”, pelo relatório *Brundtland*, também conhecido como *Nosso Futuro em Comum*, como o desenvolvimento capaz de atender as necessidades das gerações atuais, sem prejudicar o desenvolvimento e o atendimento das gerações futuras (CMMAD, 1991). Esta definição foi estabelecida pela Assembleia Geral das Nações Unidas, sendo fruto de grandes debates e estudos da Comissão Mundial das Nações Unidas para o Meio Ambiente e

Desenvolvimento (CMMAD), traduzida em inglês, *World Commission on Environment and Development – WCED* (CMMAD, 1991).

O mesmo relatório foi responsável por estabelecer estratégias direcionadas a erradicação da pobreza e o crescimento econômico com qualidade. Essas ações tinham como principal objetivo, implantar o conceito ambiental no planejamento econômico, de modo a ampliar e evidenciar a importância da proteção dos recursos naturais (ar, água, biodiversidade e solo), sem deixar de satisfazer as necessidades básicas da sociedade (CMMAD, 1991). Além disso, apontavam a necessidade de reduzir o consumo de energia e de buscar alternativas (fontes) energéticas renováveis (OLIVEIRA, 2003).

Posteriormente, em 1988, na cidade de Toronto no Canadá, foi realizada a primeira Conferência Mundial sobre Mudanças Atmosféricas, onde foi discutida a necessidade da adoção de uma convenção internacional sobre o tema de mudanças climáticas de forma a promover a segurança a nível global (MELO, 2014). Nesta conferência, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) junto à Organização Meteorológica Mundial (OMM), deu origem ao Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, mais conhecido como IPCC (*Panel on Climate Change*), responsável por unificar a pesquisa a respeito do fenômeno de aquecimento global, incluindo dados voltados a suas causas, efeitos e riscos, tanto para a população, quanto para o meio ambiente (CURI, 2011).

Com o passar dos anos, foram sendo realizadas conferências mundiais nas quais foram fixados protocolos internacionais, responsáveis por estabelecer instrumentos sustentáveis relacionados também às mudanças climáticas e ao controle de poluição. Como foi o exemplo da Rio-92, realizada em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, pela Organização das Nações Unidas (ONU), que gerou a Agenda 21 Global como produto (CURI, 2011).

Em 1997, foi estabelecido e incorporado o protocolo de Kyoto, por meio da conferência realizada entre 01 e 10 de novembro, que estabeleceu um tratado internacional, com o objetivo de propor metas e prazos relativos à redução ou a neutralização das emissões de gases poluentes que contribuem para o efeito estufa (MELO, 2014). Entre esses estão principalmente, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), assim como outros tipos (BELINE, 2010).

O protocolo de Kyoto objetivou promover a redução equivalente de 5,2% das emissões mundiais, entre os anos de 2008 e 2012 (BELINE, 2010), assim, manifestar o desejo por implantar fontes limpas e renováveis capazes de que pudessem estabelecer uma mudança na matriz elétrica mundial, de forma a torná-la menos dependente de fontes poluentes (CURI, 2011).

Já em setembro de 2015, foi elaborado um novo plano de ação para erradicar a pobreza, estabelecer a proteção do meio ambiente e garantir o alcance da paz, assim como prosperidade. O que deu origem a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, definida por 17 objetivos (ODS), em que os principais, destinados ao setor energético, tratam-se de: assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos (ODS 7); assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis (ODS 12); e tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (ODS 13) (BRASIL, 2018).

Além disso, o Brasil espera alcançar e garantir uma redução significativa das emissões de gases até ano de 2030, a partir da implantação de 45% de fontes renováveis em sua matriz

energética, distribuída em 66% de fonte hídrica, 23% de fonte eólica, solar e/ou biomassa, e 16% proveniente da participação do etanol e biomassas derivadas da cana-de-açúcar (CAILLOT, 2017).

### 2.1.2 Obtenção de energias renováveis

Já, as fontes renováveis de energia representam as formas de produção de energia com base na exploração de processos e recursos naturais (água, vento, calor e radiações solares), considerados por muitos como inesgotáveis (PACHECO, 2006). Isso se deve ao fato de que tais recursos são capazes de manterem-se disponíveis durante um longo prazo, sendo continuamente e naturalmente reabastecidos em uma determinada escala de tempo, sem a possibilidade de esgotamento. Os principais tipos de fontes renováveis podem ser resumidos em: hidráulica, biomassa, eólica, solar e geotérmica (CAILLOT, 2017).

Entre as renováveis, a biomassa pode ser definida como o processo de geração de energia por meio da decomposição de materiais orgânicos, restos de alimentos, resíduos agrícolas, entre outros (MARIANI, 2018). Esse tipo de alternativa está constantemente associado ao conceito de fonte limpa, visto que tende a proporcionar impactos ambientais menores, em comparação às fontes não renováveis (ALMEIDA, 2018), evitando a contribuição para o esgotamento de recursos ou para emissão de gases poluentes e partículas na atmosfera.

Acredita-se que até o ano de 2015, a matriz energética brasileira era composta por 42,5% de energias renováveis. Entretanto, uma das principais alternativas encontradas em crescimento na matriz é a energia eólica e a energia solar (BRAGA, 2015). Já segundo o Balanço Energético Nacional, do Ministério de Minas e Energia – MME, até o ano de 2017, a matriz energética brasileira era composta pelas fontes produtoras de energia: Hidráulica (68,1%), Gás Natural (9,1%), Biomassa (8,2%), Eólica (5,4%), Carvão e derivados (4,2%), Nuclear (2,6%) e Derivados de petróleo (2,4%).

### 2.3 Suinocultura

A suinocultura constitui um dos ramos mais valiosos da pecuária, a qual conta com criação de suínos para a produção de alimentos e derivados, e possui grande representatividade social e econômica para o país, produção nacional de cerca de 3,4 milhões de toneladas de carne, sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor desta modalidade (SILVA, 2015). Já Oliveira (2018) relata que, no ano de 2016, o país foi responsável por produzir 3,73 milhões de toneladas de carne suína e por exportar 732,9 mil toneladas, ocupando a quarta posição no *ranking* mundial.

Entretanto, apesar desta representatividade da suinocultura brasileira para a economia, o setor é responsável por provocar inúmeros impactos ambientais, em relação, principalmente ao manejo, armazenagem e disposição de dejetos suínos (OLIVEIRA, 2018). Grande parte do plantel de suínos no Brasil depende de pequenos produtores rurais, na maioria das vezes, sem condições econômicas suficientes para investimentos na disposição adequada dos dejetos, ou ainda, conhecimento a respeito dos impactos gerados e da ideal disposição de resíduos (ALMEIDA, 2016). Há também, conforme ressalta Oliveira (2018), a falta de conscientização, de forma geral, dos produtores suínos.

As atividades da suinocultura são responsáveis por gerar uma grande quantidade de resíduos, com potencial de impacto significativo no ar, no solo e nos recursos hídricos (KUNS et al., 2009). De acordo com Braga (2015), tais dejetos podem vir a poluir mananciais, gerando estatísticas de contaminação de mais de 80% das fontes de água, abastecimento.

Como ilustra Caillot (2017), além de tais impactos, os resíduos suínos podem provocar odores, contribuir para a liberação de vetores transmissores de doenças e agentes patogênicos no ar. Isso demonstra a necessidade da implantação de técnicas ambientais sólidas, que possam promover o manuseio e descarte adequado de resíduos.

### 2.3.1 Dejetos suínos

Os resíduos provenientes da suinocultura são compostos por esterco, urina, resquícios de ração e água. As características do esterco e da urina podem variar de acordo com o país e/ou região e estão diretamente relacionadas às flutuações sazonais, a alimentação do animal e o consumo de água (CAILLOT, 2017). Acredita-se que a composição e a quantidade de dejetos dependem do tipo de manejo (ciclo completo, unidade produtora de leitões, unidade de produção de desmamados, crechários e unidade de terminação) e bebedouro adotado, de fatores zootécnicos (tamanho, raça e peso), ambientais (temperatura e umidade), dietéticos (digestibilidade, conteúdo de fibra e vitamina) e de higienização (frequência e volume de água utilizada) (CAILLOT, 2017).

Já, de acordo com MAPA (2016), a composição dos dejetos suínos, a serem descartados, varia de acordo com a idade dos animais, a alimentação e a temperatura do ambiente, assim como dos métodos utilizados para recolher e armazenar os resíduos. Entretanto, os principais componentes considerados poluentes encontrados nos dejetos suínos correspondem ao nitrogênio, o fósforo, o zinco e o cobre (MAPA, 2016).

Em termos de quantidade, uma criação intensiva de suínos (cria, recria e terminação) é capaz de gerar uma média diária de 8,6 litros de dejetos líquidos por animal. Além disso, estima-se que no Brasil ocorra uma geração de 275,2 milhões de litros de dejetos diários pela produção da suinocultura (BRAGA, 2015). Isso configura um cenário preocupante, uma vez que, caso estes resíduos não sejam corretamente reciclados e/ou tratados, implicando no manejo e descarte inadequado, tendem a contribuir para o surgimento de odores (de amônia e patógenos), ocorrência de emissões pelo solo (gases como óxido nitroso, metano, dióxido de carbono e sulfeto de hidrogênio), processos de lixiviação e escoamento, de carga orgânica, fosfatos e patógenos (BRAGA, 2015).

O mesmo autor ressalta que os dejetos suínos possuem não apenas substâncias poluidoras, mas, também, muitas vezes, bactérias e/ou vírus, que, se depositados sem devido tratamento, podem proporcionar sérios riscos à saúde pública e a região produtora. Por essa questão, destacam-se, os principais impactos relacionados a essas práticas responsáveis por originar a poluição de corpos hídricos (superficiais e subterrâneos) e do ar (devido à emissão de gases do efeito estufa), assim como alterar as características físicas, químicas e biológicas do solo, e contribuir para a proliferação de vetores e, conseqüentemente, doenças (BRAGA, 2015).

Sendo assim, é possível notar que o tratamento e a disposição de resíduos suínos representam um grande desafio para as propriedades rurais destinadas às atividades da suinocultura e, para o alcance de princípios de sustentabilidade nestas regiões. Nesse contexto, em meio à necessidade de reduzir a poluição ambiental deste setor, vem surgindo ao longo dos anos, novos métodos de manejo para os dejetos suínos. Uma das melhores possibilidades estudadas compreende a implantação de biodigestores nestas regiões, responsáveis por permitir o tratamento dos resíduos e a produção de biogás, com utilidade como fonte de energia para fornecer calor, vapor, eletricidade e/ou refrigeração (OLIVEIRA, 2018).

### 2.3.2 Produção de biogás com o aproveitamento de resíduos suínos

Segundo Braga (2015), os dejetos suínos podem ser aproveitados e processados para a produção do Biogás (energia renovável), por meio de um processo nomeado como digestão anaeróbia, técnica de degradação anaeróbia da matéria orgânica (sem oxigênio). Esse processo é responsável por tratar e converter substratos, resíduos biodegradáveis, biomassa, resíduos de colheita, estrume e culturas energéticas em um gás composto em grande parte por metano (ALMEIDA, 2016).

Dessa forma, a digestão anaeróbia estabelece a transformação de compostos orgânicos complexos em substâncias consideradas simples (metano e dióxido de carbono), por meio da ação combinada de diferentes microrganismos, que desempenham suas funções na ausência do oxigênio (SILVA, 2015). Nesse processo, os reatores utilizados para a biodigestão dos resíduos definem-se como “biodigestores”, com função de tratar os dejetos e consequentemente produzir o gás por meio de quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (FERNANDES, 2012).

O biogás produzido possui, de acordo com Fernandes (2012), uma composição e produção variada, a qual depende diretamente dos tipos de resíduos suínos utilizados e das condições de operação (temperatura, pressão, PH e tempo de retenção). Entretanto, é possível definir que o biogás corresponde a uma mistura de gases composta por metano (50 a 80%), dióxido de carbono (20 a 40%), hidrogênio (1 a 3%), nitrogênio (0,5 a 3%) e é formado também, em quantidade reduzida, por outros gases como gás sulfídrico, monóxido de carbono e amônia, que correspondem em conjunto de 1 a 5% da composição. Conforme ressalta Mariani (2018), a presença do metano confere propriedades específicas ao gás, que permitem que este recurso possa ser utilizado como fonte de energia.

Sendo assim, o biogás contém um grande potencial energético, capaz de ser utilizado para a produção de energia elétrica, térmica e/ou mecânica, dentro de uma propriedade rural (FERNANDES, 2012). Acredita-se que  $1\text{m}^3$  de resíduos possa produzir cerca de  $50\text{m}^3$  de biogás, ou seja, aproximadamente,  $0,051\text{m}^3$  por kg de dejetos (FERNANDES, 2012). Além disso, acredita-se que o setor de suinocultura possa gerar, de modo geral, dejetos suficientes para produzir cerca de 4 milhões de  $\text{m}^3/\text{dia}$  de biogás, com potencial produzir, do ponto de vista inicial, 2 milhões de kWh/dia de energia elétrica. A energia produzida, por meio da suinocultura brasileira poderia atender mais de 350 mil residências (LIMA, 2007).

Os biodigestores permitem, portanto, a reciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes contidos nos dejetos suínos. Além disso, os resíduos passam a apresentar uma alta qualidade, ideal para o uso como fertilizante agrícola. Desta forma, a implantação de biodigestores proporciona a redução do consumo e, consequentemente, gastos com energia e com produtos químicos para a cultura, e, também, favorece o saneamento da propriedade (BRAGA, 2015).

Segundo Mariani (2018), o aproveitamento de resíduos suínos para a produção de biogás, e consequentemente de energia, é considerado um meio importante para o aumento da sustentabilidade nos processos produtivos. O biogás representa uma fonte energética renovável, que tende a reduzir a atual dependência por fontes não renováveis na matriz energética brasileira, em especial, daquelas provenientes da queima de combustíveis fósseis (FERNANDES, 2012).

Dentre os inúmeros benefícios ambientais, o aproveitamento dos resíduos suínos é responsável por promover a redução dos impactos sobre o meio ambiente e a saúde pública, visto que favorece o tratamento e a destinação adequada dos dejetos, reduzindo assim, o risco de contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos. Este fato tende a manter as propriedades rurais em acordo com as exigências dos órgãos ambientais e dos atos normativos/ legislativos existentes, minimizando a chance de ocorrência de multas e/ou paralisação de suas atividades (MARIANI, 2018).

Além do tratamento adequado, a propriedade rural passa a ter a possibilidade de obter ganhos econômicos e financeiros, em razão de produzir energia a partir de um dos seus produtos, permitindo, do ponto de vista inicial, que o processo seja mais atrativo (MARIANI, 2018). Já Fernandes (2012), ressalta que o reaproveitamento da energia, proveniente do biogás, tende a melhorar o valor da produção suína, pela modernização do processo produtivo, o que vem a baratear o custo de produção e melhorar a eficiência energética. Além disso, há redução de custos com a compra de insumos (MARIANI, 2018).

Outro benefício é a redução das emissões de gases do efeito estufa, com redução da emissão do gás metano em aterros sanitários e lagoas de armazenamento de efluentes, uma vez que o gás passa a ser coletado com eficiência e reaproveitado para a geração de energia. Sua utilização também permite a substituição de fontes não renováveis (como o óleo diesel, gás natural e gás liquefeito de petróleo), em razão de se tratar de um combustível renovável, tanto no setor de transportes, quanto na geração de energia elétrica (MARIANI, 2018).

Ainda segundo Mariani (2018), o processo de aproveitamento permite que a energia seja produzida próxima ao ponto de consumo, reduzindo a demanda em grandes usinas, com aumento da segurança, qualidade e eficiência. A implantação de biodigestores, no campo social, promove a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos do entorno dos sistemas de suinocultura, devido, principalmente, a redução de odores e moscas (MARIANI, 2018), assim como a geração de empregos e o crescimento da economia da região (FERNANDES, 2012).

Sendo assim, conforme ressalta Araújo *et al.* (2014), o biogás não se trata apenas de uma fonte de energia, mas de um mobilizador de desenvolvimento regional, capaz de promover a sustentabilidade no ciclo e nas propriedades rurais da suinocultura. De modo a contribuir para o correto planejamento e desenvolvimento dos municípios, nas esferas: ambiental, econômica e social. Portanto, é uma ferramenta ideal ao alcance da redução de impactos nas áreas rurais do país.

### 3. Considerações finais

De acordo com as alegações do autor Pereira (2013), é possível perceber que o desenvolvimento sustentável baseia-se em promover o crescimento econômico contínuo, a partir da utilização racional de recursos, assim como do uso de tecnologias mais eficientes e menos poluentes. Esse conceito visa estabelecer atividades e/ou planos ecologicamente corretos, socialmente justos e economicamente viáveis, sem, portanto, comprometer e/ou limitar a disponibilidade dos recursos, de modo assim, a contribuir para o equilíbrio, entre as atividades produtivas e os ecossistemas.

Levando em consideração que a suinocultura constitui um ramo com grande potencial degradador e com cenários preocupantes em relação ao manejo e a disposição inadequada de resíduos, torna-se importante buscar e implantar medidas que possam minimizar, neutralizar ou até mesmo evitar a ocorrência de impactos e, conseqüentemente, danos. Faz-

se interessante ressaltar que as zonas rurais, normalmente, já se encontram sob inúmeras pressões das atividades agropecuárias, que tendem a afetar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Dessa forma, o manuseio incorreto de resíduos suínos pode configurar uma grande problemática nestas regiões.

Com base nos autores Braga (2015), Almeida (2016), Mariani (2018) e Fernandes (2012), esses resíduos são passíveis de tratamento e aproveitamento, o que pode ser altamente vantajoso, não apenas a proteção do planeta, como a própria propriedade rural. Essas propriedades passam a ter a possibilidade de gerar a sua própria energia, reduzindo a dependência e o custo com o consumo da rede, além de evitar perdas econômicas direcionadas à disposição dos resíduos, uma vez que deixa de existir a necessidade de descarte.

Além disso, suas atividades tendem a ganhar maior valor no mercado e se destacarem, em meio a crescente preocupação com a questão ambiental e formação de clientes, cada vez mais conscientes. A propriedade rural, ao adotar uma atitude diferenciada, passa a conscientizar também os seus funcionários, tornando-se um exemplo a ser seguido. A implantação dessa medida fortalece a imagem da suinocultura no mercado, bem como reflete a busca ética e o compromisso com os produtos, na luta contra a degradação ambiental, o que tende a tornar a empresa produtora mais competitiva, passando, muitas vezes, a ser preferência dos consumidores.

É possível observar que a tecnologia de produção de biogás constitui um grande instrumento a sustentabilidade das áreas rurais, não apenas do ponto de vista ambiental, mas do econômico e social, como prevê o conceito do termo. O aproveitamento de dejetos além de efetuar o aproveitamento de um material, que seria anteriormente descartado e promover a redução de gases GEE, possibilita ganhos financeiros, e também favorece uma melhor qualidade de vida nesses ambientes, reduzindo o nível de poluição e/ou agentes danosos aos quais e as pessoas possam estar expostas.

Entretanto, apesar de ser um recurso altamente vantajoso ao desenvolvimento sustentável dos municípios, o trabalho de Fernandes (2012), relata a grande dificuldade de implantação, uma vez que, o biodigestor, geralmente, possui custo elevado dificultando a aquisição por parte de pequenos produtores e/ou deixa de ser tornar vantajoso, em razão do retorno do investimento não ser efetivo. Aliado a este fato, há também a grande falta de conhecimento dessa tecnologia ou de sua aplicação, o que justifica ações falhas em muitas propriedades.

Com base nos dados e informações apresentados e, discutidos ao longo do presente artigo, é possível concluir que o aproveitamento de resíduos suínos para a produção de biogás constitui uma medida sustentável, apesar de nem sempre viável, capaz de estabelecer a proteção do meio ambiente, possibilitar o desenvolvimento econômico e promover a ideal qualidade de vida. Essa medida deve ser adotada nas propriedades rurais, para reduzir a degradação nessas áreas, incentivar a produção por fontes renováveis (essencial em meio a atual crise energética) e a geração de produtos com qualidade.

Conclui-se, portanto, que a geração de biogás nas propriedades rurais configura uma ferramenta essencial ao controle dos processos produtivos, de modo a possibilitar que esses se tornem, do ponto de vista geral, ecologicamente corretos e sustentáveis.

## Referências

ALMEIDA, C. **Potencial de produção de biogás a partir de biomassa de suinocultura com culturas energéticas**. 2016. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2016.

ALMEIDA, J. R. **Gestão ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Almeida Cabral, p. 220, 2012.

ARAÚJO, C. H.; MARIANE, L.; JÚNIOR, C. B.; FRIGO, E. P.; FRIGO, M. S.; ARAÚJO, I. R.; ALVES, H. J. **Brazilian case study for biogás energy: production of electric power, heat and automotive energy in condominiums of agroenergy**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 40, p. 826-839, 2014.

BELINE, L. **Brasil e Alemanha: modelos comparativos para as energias renováveis**. 2010. 222f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2010.

BRAGA, M. A. **Análise do uso de biogás da suinocultura como energia térmica e elétrica em uma indústria de cerâmica**. 2015. 145f. Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2015.

BRASIL. **Objetivos do desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <[http://www.agenda2030.com.br/os\\_ods/](http://www.agenda2030.com.br/os_ods/)>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

CAILLOT, V. A. **Avaliação do potencial de produção de biogás dos resíduos da suinocultura codigeridos com resíduos da agricultura brasileira**. 2017. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2ª ed. Tradução de *Our Common future*. 1ª ed. 1998. Rio de Janeiro: Editora Getúlio Vargas, 1991.

CURI, D. **Gestão ambiental**. São Paulo: Pearson, 2011, 313 p.

FERNANDES, D. M. **Biomassa e biogás da suinocultura**. 2012. 211f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2012.

HADDAD, J. **Energia elétrica: conceitos, qualidade e tarifação**. PROCEL Indústria. 145f. Eletrobrás: Rio de Janeiro, 2006.

KUNS, A.; MIELE, A.; STEINMETZ, R. L; ROLLER, R. Q. **Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil**. Bioresource Technology, v. 100, n. 22, p. 5485-5489, 2009.

LIMA, P. C. R. **Biogás da suinocultura**. Brasília: Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 2007, p. 27. Disponível em: <<http://bd.Camara.gov/BR/bd/handle/bdcamara/1724>>. Acesso em: 08 de agosto de 2019.

MARIANI, L. **Biogás: diagnóstico e propostas de ações para incentivar seu uso no Brasil**. 2018. 144f. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2018.

MAPA. **Mapa de Sistema de informação geográfica da agricultura brasileira: produção brasileira de suínos**. 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 11 de agosto de 2019.

MELO, M. M. D. **Divulgação de informações da sustentabilidade empresarial e sua relação com os investimentos socioambientais e a governança corporativa das empresas listadas no índice de sustentabilidade empresarial**. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis). Universidade Federal da Paraíba. Natal, 2014.

MME, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco energético nacional: ano base 2016**. Rio de Janeiro: EPE, 2017, 296p.

OLIVEIRA, D. A. S. **Desenvolvimento, energia e sustentabilidade: uma perspectiva do Relatório Brundtland**. 2003. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos). Universidade de Campinas. Campinas, 2003.

OLIVEIRA, L. G. **Comparação de alternativas de produção de biogás a partir da combinação de substratos da suinocultura com resíduos de batatada região dos campos gerais: oportunidades e discussões**. 2018. 79p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

PACHECO, F. **Energias renováveis: breves conceitos**. Conjuntura e Planejamento. Salvador: SEI, n. 149, Out. 2006, p. 4-11.

PEREIRA, R. S. **Gestão para o desenvolvimento sustentável: desafios e proposições para a sustentabilidade socioambiental**. São Paulo: Globus, 2013, 204 p.

SILVA, F. P. **Eficiência energética de uma unidade de microgeração de energia elétrica a partir do biogás da suinocultura**. 2015. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2015.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 452 p.

VILLAIN, F. S.; CAETANO, L. C. C. **Segurança em eletricidade**. 2007. 87f. Monografia de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Criciúma, 2007.