

**UNIOESTE – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL  
MESTRADO E DOUTORADO**

**CAROLINE MONIQUE TIETZ SOARES**

**TECNOLOGIA DE BIODIGESTORES RURAIS E DESENVOLVIMENTO RURAL  
SUSTENTÁVEL NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2020**

**CAROLINE MONIQUE TIETZ SOARES**

**TECNOLOGIA DE BIODIGESTORES RURAIS E DESENVOLVIMENTO RURAL  
SUSTENTÁVEL NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável – Mestrado e Doutorado do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de Pesquisa: Inovações Sócio-tecnológicas e Ação Extensionista

Prof. Dr. Armin Feiden – Orientador  
Profa. Dra. Adriana Maria De Grandi – Co-orientadora

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2020**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Soares, Caroline Monique Tietz

Tecnologia de biodigestores rurais e desenvolvimento rural sustentável na região Oeste do Paraná / Caroline Monique Tietz Soares; orientador(a), Armin Feiden; coorientador(a), Adriana Maria De Grandi, 2020.

119 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2020.

1. Suinocultura. 2. Biogás. 3. Produtores rurais. I. Feiden, Armin. II. De Grandi, Adriana Maria . III. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



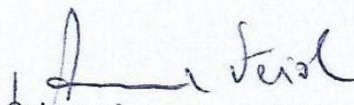
**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO

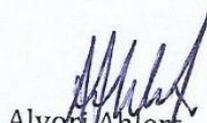
## CAROLINE MONIQUE TIETZ SOARES

### TECNOLOGIA DE BIODIGESTORES RURAIS E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

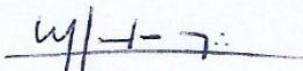
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento Rural Sustentável, área de concentração Desenvolvimento Rural Sustentável, linha de pesquisa Inovações Sociotecnológicas e Ação Extensionista, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

  
Orientador - Armin Feiden

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon

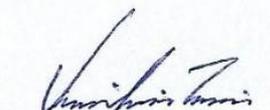
  
Alvon Anfert

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon

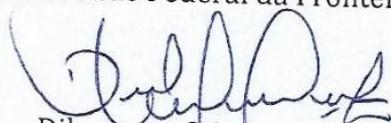


Wilson João Zonin

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon

  
Valdecir Jose Zonin

Universidade Federal da Fronteira Sul

  
Dilcemara Cristina Zenatti

Universidade Federal do Paraná

Marechal Cândido Rondon-PR, 13 de março de 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo seu infinito amor.

Ao meu esposo Pedro Rodrigo Hillesheim Soares pelo carinho, paciência, ajuda e companheirismo nos bons e maus momentos.

À minha família Arno Edgar Tietz, Oraide Tietz, Danieli Cristina Tietz Krause e Vily Krause por me apoiarem em cada etapa dessa caminhada de estudos.

Ao professor Dr. Armin Feiden pelo excelente exemplo profissional. Quem sabe um dia eu possa chegar perto de tão vasto conhecimento.

À professora Dra. Adriana Maria De Grandi que aceitou o desafio de ser minha coorientadora.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon, ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável e a todos seus professores e funcionários pela contribuição na minha vida acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

A todos os amigos e colegas com os quais compartilhei tantas experiências e momentos inesquecíveis.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

## RESUMO GERAL

SOARES, Caroline Monique Tietz. Dra. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Março - 2020. **Tecnologia de biodigestores rurais e desenvolvimento rural sustentável na região Oeste do Paraná**. Orientador: Prof. Dr. Armin Feiden, Co-orientadora: Profa. Dra. Adriana Maria De Grandi.

A intensificação da suinocultura brasileira promoveu também a produção de grandes quantidades de dejetos que, se manejados de forma inadequada, tornam-se fonte de poluição ao meio ambiente. A utilização de biodigestores nesse contexto aparece como uma alternativa na mitigação dos impactos gerados por esta atividade. Assim, esta pesquisa teve como objetivo o estudo sobre o atual estado da tecnologia de biodigestores rurais e suas contribuições para o desenvolvimento rural sustentável na região Oeste do Paraná, verificando-se os fatores que estão reprimindo sua efetividade na suinocultura, como também o proveito desta da maneira como vem sendo empregada. Para tanto, a presente tese constitui-se de três artigos. O primeiro é dedicado ao uso do biogás no meio rural como um fator de desenvolvimento rural sustentável, no segundo artigo analisam-se as perspectivas da tecnologia da biodigestão anaeróbia de águas residuárias da suinocultura na região Oeste do Paraná com base na matriz SWOT, e no último artigo avalia-se o sistema de biodigestores em uso na suinocultura no Oeste do Paraná e sua relação com a sustentabilidade. A conclusão geral destaca o elevado potencial da tecnologia de biodigestores e os benefícios decorrentes da sua utilização, mas apesar disto, ainda observa-se uma pequena participação desta em nosso país. Para alterar este cenário, é fundamental que o poder público disponibilize meios a fim de incentivar esse sistema, uma vez que ele oferece ferramentas para favorecer o desenvolvimento sustentável no meio rural.

Palavras-chave: Suinocultura. Biogás. Produtores rurais. Empresas integradoras. Órgãos reguladores.

## GENERAL ABSTRACT

SOARES, Caroline Monique Tietz. Dr. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, March – 2020. **Technology of rural biodigesters and sustainable rural development in the Western region of Paraná.** Advisor: Dr. Armin Feiden, Co-advisor: Dr. Adriana Maria De Grandi.

The intensification of Brazilian pig farming has also promoted the production of large amounts of waste that, if handled inappropriately, become a source of pollution to the environment. The use of biodigesters in this context appears as an alternative to mitigate the impacts generated by this activity. Thus, this research aimed to study the current state of the technology of rural biodigesters and their contributions to sustainable rural development in the Western region of Paraná, verifying the factors that are repressing their effectiveness in pig farming, as well as the benefits of this the way it has been used. To this end, the present thesis consists of three articles. The first is dedicated to the use of biogas in rural areas as a factor of sustainable rural development, in the second article the prospects for the technology of anaerobic biodigestion of swine wastewater in the West of Paraná are analyzed based on the SWOT matrix, and in the last article evaluates the system of biodigesters in use in pig farming in Western Paraná and its relationship with sustainability. The general conclusion highlights the high potential of biodigester technology and the benefits resulting from its use, but despite this, there is still a small participation of this in our country. In order to change this scenario, it is essential that the public authorities provide means to encourage this system, since it offers tools to favor sustainable development in rural areas.

Keywords: Pig farming. Biogas. Farmers. Integrating companies. Regulatory bodies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Região Oeste do Paraná.....	40
Figura 2 - Finalidade do biogás produzido .....	86
Figura 3 - Utilização de adubo químico na propriedade .....	89
Figura 4 - Presença de motor gerador de energia elétrica na propriedade .....	91
Figura 5 - Presença de incentivo por parte da integradora ao uso dos biodigestores .....	93
Figura 6 - Presença de exigências pelo licenciamento ambiental em relação aos biodigestores .....	96
Figura 7 - Presença de assistência técnica aos biodigestores na propriedade .....	100
Figura 8 - Posicionamento dos produtores em relação à tecnologia dos biodigestores .....	101

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Representação das siglas SWOT e FOFA.....	39
Quadro 2 - Análise SWOT da tecnologia da biodigestão anaeróbia de águas residuárias da suinocultura na região Oeste do Paraná a partir da opinião dos entrevistados.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição média da mistura gasosa do biogás .....	29
Tabela 2 - Municípios componentes da região Oeste do Paraná.....	79
Tabela 3 - Informações gerais das propriedades dos produtores entrevistados .....	82
Tabela 4 - Questões gerais sobre os biodigestores nas propriedades dos produtores entrevistados .....	83
Tabela 5 - Investimento inicial para implantação dos biodigestores por empresas privadas nas propriedades entrevistadas .....	98

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABiogás: Associação Brasileira de Biogás e Biometano  
ABPA: Associação Brasileira de Proteína Animal  
Abracel: Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia  
ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica  
Art.: Artigo  
BRF: Brasil Foods  
CEMA: Conselho Estadual do Meio Ambiente  
CH<sub>4</sub>: Metano  
CIBiogás: Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás  
CMMAD: Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento  
CNPJ: Cadastro de Pessoa Jurídica  
CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono  
CO<sub>2eq</sub>: Equivalente de dióxido de carbono  
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPACOL: Cooperativa Agroindustrial Consolata  
COPAGRIL: Cooperativa Agrícola Mista Rondon  
COPEL: Companhia Paranaense de Energia  
CPF: Cadastro de Pessoa Física  
DIRAM: Diretoria de Controle de Recursos Ambientais  
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura  
FOFA: Forças, Fraquezas, Oportunidades, Ameaças  
FRIELLA: Friella Agroindustrial  
GD: Geração Distribuída  
GEE: Gases de Efeito Estufa  
GLP: Gás Liquefeito de Petróleo  
ha: Hectare  
H<sub>2</sub>: Hidrogênio  
H<sub>2</sub>S: Sulfeto de hidrogênio  
IAP: Instituto Ambiental do Paraná  
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IN: Instrução Normativa

INCRA: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change/Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ISA: Instituto Socioambiental

ITCF: Instituto de Terras, Cartografia e Florestas

kW: Quilowatt

kW/h: Quilowatt-hora

LAR: Lar Cooperativa Agroindustrial

m<sup>3</sup>: Metro cúbico

MCT: Microcentral Termoelétrica

MDL: Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

MW: Megawatts

N.: Número

N<sub>2</sub>O: Óxido nitroso

NH<sub>3</sub>: Amônia

ODS: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU: Organização das Nações Unidas

pH: Potencial Hidrogeniônico

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

Probiogás: Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás no Brasil

Programa 3S: Programa de Suinocultura Sustentável Sadia

PTI: Parque Tecnológico de Itaipu

RH: Recursos Humanos

SUREHMA: Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente

SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Vol.: Volume

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	7
GENERAL ABSTRACT .....	8
INTRODUÇÃO GERAL .....	13
ARTIGO 1 .....	16
USO DO BIOGÁS NO MEIO RURAL COMO UM FATOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL .....	17
3 AGRICULTURA FAMILIAR.....	22
4 BIOMASSA RESIDUAL COMO FONTE DE ENERGIA.....	26
4.1 TRATAMENTO DA BIOMASSA RESIDUAL ATRAVÉS DE BIODIGESTORES.....	27
4.2 BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE .....	29
5 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	31
ARTIGO 2 .....	36
PERSPECTIVAS DA TECNOLOGIA DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA SUINOCULTURA NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DA MATRIZ SWOT .....	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 MATRIZ SWOT.....	38
3 METODOLOGIA.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61
ARTIGO 3 .....	74
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE BIODIGESTORES UTILIZADOS NA SUINOCULTURA NO OESTE DO PARANÁ E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE .....	74
1 INTRODUÇÃO.....	75
2 BIODIGESTORES COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL.....	76

<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>78</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>101</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>102</b>
	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>111</b>
	<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO (PRODUTORES).....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO (EMPRESAS INTEGRADORAS).....</b>	<b>116</b>
	<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO (ÓRGÃOS REGULADORES) .....</b>	<b>117</b>
	<b>APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>119</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

O modelo de desenvolvimento, cada dia mais, tem pressionado os setores econômicos a fim de assegurar uma atuação produtiva intensa para o suprimento das necessidades e preferências humanas (DEPENBUSCH e KLASSEN, 2019; KINVER, 2019; ONU, 2019; US CENSUS BUREAU, 2016). Neste cenário, a indústria procura produzir quantidades cada vez maiores de produtos; logo, eleva-se a quantidade de matérias-primas demandadas pelo setor primário (GODFRAY et al., 2010). A fim de responder a estas necessidades, é de fundamental importância que a produção passe a desenvolver processos produtivos mais concentrados e tecnificados.

No Brasil, esta tendência pode ser vista na suinocultura, por meio da ampliação da criação de suínos com a expansão de sistemas de confinamento voltados para a alta tecnologia e aumento de produtividade, implementados pela genética, nutrição e sanidade do rebanho, com a finalidade de atender ao mercado (CRUZ et al., 2007).

Verifica-se que essa transformação na suinocultura brasileira ocorreu a partir da década de 80, quando a produção de subsistência deu lugar para as produções intensivas, fazendo uso das modernas tecnologias impostas ao setor, permitindo ao suinocultor elevar a produtividade e reduzir os seus custos unitários (HELFAND e REZENDE, 1999).

Conforme uma análise feita pela ABPA (2019), no ano de 2018 o Brasil foi o quarto maior produtor mundial da cadeia produtiva de suinocultura, com 3,974 milhões de toneladas de carne produzidas, sendo o mercado interno o responsável pela maior parte do seu destino (84%). Já o Estado do Paraná se destaca como o segundo maior produtor e o terceiro maior exportador de suínos do Brasil (AEN, 2019). O rebanho suíno deste estado encontra-se concentrado nas regiões Oeste, Sudoeste e Centro-Oriental (SEBRAE e ABCS, 2016).

De acordo com Alves e Paiva (2008), a suinocultura esteve presente como atividade de subsistência durante todo o período de colonização da região Oeste do Paraná. Logo, de uma atividade de subsistência, tornou-se um complexo agroindustrial dos mais importantes nessa região, provocando efeitos multiplicadores de renda e empregos em todos os setores da economia, estimulando a sua expansão e modernização.

Contudo, os novos processos produtivos, cujos esforços se voltaram para o aumento da produtividade, negligenciaram as consequências ambientais oriundas deste sistema, principalmente no tocante à poluição ambiental, ocasionada pelo também aumento no volume de dejetos de suínos produzidos, como abordado por Gama (2003, p. 22).

[...] a expansão da suinocultura industrial nas últimas três décadas, à medida que proporcionou ganhos de produtividade e renda e posicionou o Brasil como um grande exportador, também fez com que o problema da gestão da produção de dejetos impactasse de modo negativo o meio ambiente, promovendo desconforto e contaminação ambiental.

Konzen (2005) ressalta, em sua pesquisa, que até a década de 70 os dejetos produzidos pelos suínos não eram motivadores de sérios problemas, uma vez que era pequena a centralização de animais, resultando na utilização desses como um adubo para o solo. Porém, a escolha pelos sistemas de confinamento dos animais trouxe consigo vários fatores preocupantes.

[...] o desenvolvimento da suinocultura intensiva, com dimensionamentos empresariais, trouxe em consequência a produção de grandes quantidades de dejetos, normalmente armazenados em lagoas e depósitos abertos, onde se desenvolve a produção de gases nocivos que são transferidos para a atmosfera. Os alarmantes índices de contaminação dos recursos naturais, especialmente hídricos, e da qualidade de vida nos grandes centros produtores de suínos, indicam que boa parte dos efluentes dos sistemas criatórios são lançados diretamente ou indiretamente no solo e em cursos de água, sem receber um tratamento adequado, transformando-se em uma expressiva fonte poluidora (KONZEN, 2005, p. 2).

Seganfredo e Giroto (2002) suspeitam que a atividade suinícola pode se tornar inviável caso não haja uma forma de disposição e tratamento adequado para os dejetos originados, especialmente em sistemas de confinamento. Pereira et al. (2009) afirmam que o excessivo lançamento de dejetos não tratados no solo, lagos e rios pode trazer impactos no meio ambiente, provocar doenças, trazer desconforto à população, entre outros fatores.

Pillon e Mielniczuk (2002) destacam que os gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, produzidos pela decomposição dos dejetos de suínos, merecem atenção em razão de possuírem a capacidade de aumentar o efeito estufa. Assim, o conhecimento global destas emissões gasosas é essencial para a gestão e o desenvolvimento de práticas para minimizá-las.

Isto posto, constata-se que os processos produtivos necessitam ser modificados com vistas em investimentos em processos e produtos que não agridam o meio ambiente e que, paralelamente, estimulem o desenvolvimento econômico, social e ambiental (AMARAL et al., 2004).

Segundo Gama (2003), a meta é possibilitar que o provimento de recursos seja compatível com a capacidade de assimilação dos dejetos gerados pela suinocultura, e isso pode ser alcançado com a utilização de tecnologias que atendam aos princípios de desenvolvimento sustentável no meio rural.

Dentre as propostas de adequação, o uso de biodigestores na suinocultura tem sido apontado como uma solução eficiente, pois o sistema de biodigestão, além de possibilitar a agregação de valor aos rejeitos da atividade, com a obtenção do biogás e do biofertilizante, ainda permite um ganho de qualidade ambiental efetivo (CONCEIÇÃO NETO, 2004; KUNZ et al., 2005; LUCAS JR., 2004). Além do mais, o biogás obtido por meio da utilização da tecnologia de biodigestores no meio rural pode ser convertido em eletricidade, contribuindo para atender ao objetivo 7 dos ODS previstos na Agenda 2030, o qual busca aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética global (ONU, 2015).

À vista do exposto, o problema principal que se apresenta é a grande concentração de dejetos poluentes e a tecnologia dos biodigestores rurais que pode, quando bem aplicada, mitigar os efeitos da mesma e produzir energia renovável, sem impactos nos GEE.

Diante disto, esta pesquisa consistiu no estudo sobre o estado atual da tecnologia de biodigestores rurais e suas contribuições para o desenvolvimento rural sustentável na região Oeste do Paraná e, para isto, identificaram-se os problemas/gargalos que a estão impedindo de ser efetiva dentro do atual sistema de produção suinícola, bem como os efeitos benéficos proporcionados por esta tecnologia na forma como está sendo utilizada.

O trabalho foi apresentado no formato de artigos, sendo o primeiro dedicado ao uso do biogás no meio rural como um fator de desenvolvimento rural sustentável; o segundo, às perspectivas da tecnologia da biodigestão anaeróbia de águas residuárias da suinocultura na região Oeste do Paraná com o uso da matriz SWOT; e o terceiro, avaliou o sistema de biodigestores utilizados na suinocultura no Oeste do Paraná e sua relação com a sustentabilidade.

## ARTIGO 1

# USO DO BIOGÁS NO MEIO RURAL COMO UM FATOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL<sup>1</sup>

### RESUMO

Partindo do atual contexto de degradação do meio ambiente, propõe-se a utilização do biogás obtido através da tecnologia dos biodigestores como uma alternativa que pode contribuir para o desenvolvimento sustentável do meio rural, promovendo saneamento rural, minimizando a poluição, conservando os recursos hídricos, reduzindo a emissão de gases promotores do efeito estufa, etc. A utilização dos biodigestores ainda permite obter suprimento de energia e biofertilizante, principalmente para os pequenos produtores rurais, transformando o problema da destinação dos resíduos orgânicos agrícolas em um benefício à população. Assim sendo, justifica-se seu potencial de utilização, baseando-se principalmente nos aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Palavras-chave: Biodigestor. Biomassa. Agricultura familiar. Meio ambiente.

### ABSTRACT

Based on the current context of environmental degradation, it is proposed to use biogas obtained through biodigesters technology, as an alternative that can contribute to the sustainable development of the rural environment, promoting rural sanitation, minimizing pollution, conserving water resources, reducing the emission of greenhouse gases, etc. The use of biodigesters still allows energy supply and biofertilizer, especially for small farmers, transforming the problem of the disposal of agricultural organic waste to a benefit to the population. Therefore, its use potential is justified based on social, economic and environmental aspects.

Keywords: Biodigester. Biomass. Family farming. Environment.

## 1 INTRODUÇÃO

Os atuais modelos de desenvolvimento, baseados na exaustão de recursos naturais, desperdício, disposição inadequada de resíduos e causadores de danos no meio ambiente, são insustentáveis.

O novo paradigma que se coloca em questão é a mudança da mentalidade da humanidade, do desenvolvimento a qualquer custo e visando somente o lucro, para

---

<sup>1</sup>Artigo apresentado no I Seminário Internacional de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável / IV Jornada Questão Agrária e Desenvolvimento, em 2017; publicado na Revista Brazilian Journal of Development, em 2018 e publicado como capítulo no e-book Tendências Contemporâneas das Ciências Sociais, em 2019.

um pensamento de parcimônia com os recursos naturais através da prática do conceito de sustentabilidade ambiental, pelo qual o homem entenda que pertence ao meio ambiente e não o ambiente pertence ao homem, resultando assim em questões ambientais que venham a ser tratadas com responsabilidade e cada vez mais importância não só na esfera econômica, mas também social e cultural.

Para impulsionar este desenvolvimento que abrange as questões sócio-econômico-ambiental, as tecnologias devem contribuir para o aproveitamento ótimo dos recursos. Isso não engloba apenas a agricultura de altos insumos, mas também os agricultores familiares, que necessitam enquadrar-se a este novo conceito, bem como atender às novas exigências de certificações de qualidade ambiental do mercado.

Este modelo de desenvolvimento que procura ser ambientalmente adequado, socialmente justo e economicamente viável, deve buscar a autonomia e não a dependência. Diante desse panorama, o aproveitamento da biomassa para a geração de energia no meio rural através da obtenção do biogás é uma alternativa que vem se mostrando muito promissora.

O biogás produzido pode promover não só a autonomia energética de diversos produtores rurais, mas seu uso contribui para a diminuição do efeito estufa, bem como a atividade do biodigestor favorece o saneamento rural, minimizando a poluição e conservando os recursos hídricos, além da possibilidade da utilização do biofertilizante como adubo orgânico (SOUZA e CAMPOS, 2007).

## **2 DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL**

A definição do termo 'desenvolvimento' é complexa e frequentemente confundida com crescimento econômico, não existindo sequer consenso entre estudiosos e especialistas sobre seu significado (ABRAMOVAY, 2003).

Segundo Plein (2012),

Apesar das diversas e diferentes interpretações, o que talvez seja comum à maioria delas é que desenvolvimento está relacionado com qualidade de vida dos indivíduos e, para tanto, as condições econômicas são importantes, porém, existem outras variáveis (PLEIN, 2012, p. 46).

Outros fatores se estabeleceram neste debate a partir dos anos 80, especialmente relacionados à justiça social, à necessidade de participação dos atores no processo de planejamento/gestão e também às questões ambientais (PLEIN, 2012).

Para Adam Smith, David Ricardo e Robert Malthus, economistas clássicos ingleses, o termo desenvolvimento abrange uma transformação da agricultura para a indústria.

De acordo com Navarro (2001, p. 88), a expressão ‘desenvolvimento rural’ também deve ser entendida, a qual refere-se a

[...] uma ação previamente articulada que induz (ou pretende induzir) mudanças em um determinado ambiente rural. Em consequência, o Estado nacional – ou seus níveis subnacionais – sempre esteve presente à frente de qualquer proposta de desenvolvimento rural, como seu agente principal. Por ser a única esfera da sociedade com legitimidade política assegurada para propor (e impor) mecanismos amplos e deliberados no sentido da mudança social, o Estado funda-se para tanto em uma estratégia pré-estabelecida, metas definidas, metodologias de implementação, lógica operacional e as demais características específicas de projetos e ações governamentais que têm como norte o desenvolvimento rural.

Ainda de acordo com o autor, a definição específica de ‘desenvolvimento rural’ tem evoluído ao longo dos anos, entretanto, a questão da melhoria do bem-estar das populações que vivem nos meios rurais continua sendo a intenção desse desenvolvimento, o que a diferencia é a forma como as estratégias são escolhidas, a determinação das prioridades, as ênfases metodológicas, entre outros, atendendo as necessidades particulares de cada família e atividades rurais ao longo do tempo (NAVARRO, 2001).

Há ainda outra expressão que merece melhor entendimento e a tentativa de identificar seus contornos conceituais, sendo ela ‘desenvolvimento rural sustentável’.

Na década de 1970, ocorreram diversos debates sobre uma inovadora compreensão do tema desenvolvimento, em virtude da percepção de que o modelo de crescimento mostrava-se limitado (BOFF, 2012).

Sachs (2008) declara que nesta época agregou-se à questão o aspecto ambiental, o qual, embora já tivesse sido abordado por diversos autores, até então era negligenciado pelas organizações internacionais. Posteriormente, originaram-se os termos ‘ecodesenvolvimento’ e ‘desenvolvimento rural sustentável’, desdobrando-

se na atual e crescente difusão da expressão mais geral: desenvolvimento sustentável.

Segundo Sachs (2009, p. 48), no ano de 1972, em Estocolmo, a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano

[...] colocou a dimensão do meio ambiente na agenda internacional. Ela foi precedida pelo encontro Founex, de 1971, implementado pelos organizadores da Conferência de Estocolmo para discutir pela primeira vez, as dependências entre o desenvolvimento e o meio ambiente [...].

A criação do PNUMA foi o resultado mais relevante obtido nesta primeira iniciativa. Já no ano de 1984, outra conferência de caráter decisivo foi realizada, a qual originou a CMMAD, com o lema “Uma agenda global para a mudança” e a missão de promover o diálogo entre países ricos e pobres sobre as questões de meio ambiente e desenvolvimento e definir formas de cooperação entre ambos (BOFF, 2012; GANEM, 2012).

Foi a CMMAD que, em 1987, publicou o Relatório Brundtland, denominado Nosso Futuro Comum, o qual deu notoriedade ao conceito de desenvolvimento sustentável, que é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (CMMAD, 1988, p. 46).

No entendimento de Sachs (2008, p. 15) tal perspectiva

[...] é baseada no duplo imperativo ético de solidariedade sincrônica com a geração atual e de solidariedade diacrônica com as gerações futuras. Ela nos compele a trabalhar com escalas múltiplas de tempo e espaço, o que desarruma a caixa de ferramentas do economista convencional.

Percebe-se que a então atenção dada inicialmente à problemática ambiental passou a almejar outra visão de desenvolvimento, mais ampla e que agrega além do ambiente, outros elementos, como ética, aspecto social e viabilidade econômica (SACHS, 2008).

Outros lugares de diálogo sobre o tema foram: a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (em 1992, no Rio de Janeiro), também conhecida como a Cúpula da Terra; a Rio+5 (em 1997, também no Rio de Janeiro); a Cúpula da Terra sobre Sustentabilidade e Desenvolvimento (em 2002, em Joanesburgo) e a Rio+20 (em 2012, no Rio de Janeiro).

Conforme Boff (2012), estes eventos, incluindo as publicações e relatórios construídos a partir deles (Declaração de Cocoyoc, Declaração de Estabelecimento de uma Nova Ordem Econômica Mundial, Carta da Terra, Agenda 21, Metas do Milênio, entre outros), provocaram uma maior consciência na população, até mesmo entre os céticos.

Freitas (2011) esclarece que é imprescindível a adoção de práticas que verdadeiramente promovam um desenvolvimento sustentável e duradouro.

Para tanto, a sustentabilidade não pode ser considerada tema de ocasião, mas prova viva e robusta de racionalidade dialógica, superior e aberta. O culto manipulador e desenfreado do ego consumista, com os seus fetiches tirânicos ou servis, está dramaticamente em xeque. Só não vê quem não quer (FREITAS, 2011, p. 30).

Isto posto, uma concepção oportuna sobre o desenvolvimento deve ultrapassar a visão meramente econômica, como Sen (2010, p. 28) enfatiza: “sem desconsiderar a importância do crescimento econômico, precisamos enxergar muito além dele”.

Em relação às liberdades humanas, a colocação de Sen (2010) tem influenciado de maneira significativa os debates concernentes ao desenvolvimento, apresentando este como um promotor das liberdades subjetivas dos indivíduos, as quais incluem o atendimento de todos os direitos humanos (políticos, civis, econômicos e sociais).

Ainda segundo o autor, estas liberdades subjetivas expressam-se nas capacidades elementares dos indivíduos, sejam elas relativas aos seus direitos básicos, como: acesso regular e permanente ao alimento, água potável, serviços de saneamento básico, energia, segurança, alfabetização em todos os níveis, garantia de participação política, liberdade de expressão, entre outros, bem como àqueles direitos que os próprios indivíduos desejam e julgam conducentes (SEN, 2010).

Portanto, o caminho do desenvolvimento é rodeado pela igualdade, equidade e também solidariedade, as quais são imprescindíveis para diferenciar o aspecto econômico (positivo) do desenvolvimento da então economia reducionista (SACHS, 2008).

Ademais, Leff (2010) compreende que para atingir o desenvolvimento com bases sustentáveis é fundamental um processo de desconstrução da ideologia e da racionalidade do atual modelo de produção, permitindo a abertura de caminhos a uma

sociedade fundamentada na produtividade ecológica, democracia, respeito e diferença.

Destarte, segundo Freitas (2011, p. 27),

Para sair da rotina insana, a presente sociedade do conhecimento terá de se tornar uma sociedade do autoconhecimento. Somente assim experimentará chances objetivas de fazer frente à gravidade dessas múltiplas crises que interagem entre si. Crise do aquecimento global, do ar irrespirável, da desigualdade brutal de renda, da favelização incontida, da tributação regressiva e indireta, da escassez de democracia participativa, das doenças facilmente evitáveis, da falta de paternidade consciente, do stress hídrico, da queimada criminoso, assim por diante.

Assim, na concretização do desenvolvimento destaca-se o importante papel da sociedade como parte integrante e ativa, porque torna-se evidente que as sequelas causadas pelo modelo de desenvolvimento irracional e a qualquer custo, baseado unicamente na maximização de lucros, com a exaustão de recursos naturais, geração e disposição inadequada de resíduos provocando enormes desequilíbrios, danos ambientais e desperdício, são insustentáveis e somente uma civilização autônoma poderá superar (AMORIN et al., 2004).

Por deveras, a designação de desenvolvimento sustentável enquadra aquele que promove o crescimento econômico, social e ambiental, valoriza a cultura e as tradições, bem como torna a sociedade mais equitativa e justa (GREGOLIN, 2016).

Enfim, em busca da construção deste novo modelo de desenvolvimento que deseja alcançar a autonomia, a diminuição das desigualdades na sociedade e permite conciliar desenvolvimento econômico com um mínimo de impactos adversos ao meio ambiente, surge a possibilidade de agregação de valor a um produto que antes não possuía nenhuma importância econômica direta em uma propriedade rural (EHLERS, 1999).

A biomassa, se tratada, produz biogás, que pode proporcionar autonomia energética a produtores rurais e contribuir para a redução do efeito estufa, bem como o uso do biodigestor promove o saneamento rural e ainda permite a obtenção do biofertilizante, empregado como adubo orgânico em substituição aos químicos, além de cooperar para criar possibilidades de permanência de trabalhadores no meio rural, contribuindo para sua saúde, bem-estar, satisfação, economia, entre outros (MONTEIRO, 2009; ANDRADE et al., 2002).

### 3 AGRICULTURA FAMILIAR

A discussão sobre o tema agricultura familiar é intenso não só no meio acadêmico, mas também no político e social. Cada dia mais ampliam-se os debates sobre seus elementos caracterizadores, viabilidade, dinâmica e lógica econômica.

Guanziroli, Marafon, Abramovay, Schneider, Lamarche, entre outros, são alguns dos autores que tem trabalhado com este termo.

Para Guanziroli et al. (2001, p. 113), agricultura familiar “é produzir com base na mão de obra familiar. Desta forma, as unidades de produção familiares não recorrem à mão de obra assalariada, a não ser de forma ocasional ou em quantidade inferior à mão de obra familiar”. Ou seja, segundo o autor, esta forma de agricultura está basicamente na responsabilidade da família, o que, porém, não a proíbe de utilizar a mão de obra assalariada.

Segundo Marafon (2006),

A agricultura de propriedade familiar é caracterizada por estabelecimentos em que a gestão e o trabalho estão intimamente ligados, ou seja, os meios de produção pertencem à família e o trabalho é exercido pelos mesmos proprietários em uma área relativamente pequena ou média (MARAFON, 2006, p. 21).

Para Abramovay (1997), em termos conceituais, para ser mantido o caráter familiar da produção determina-se a presença de três atributos básicos:

A agricultura familiar é aquela em que a gestão, a propriedade e a maior parte do trabalho vêm de indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou de casamento. Que esta definição não seja unânime e muitas vezes tampouco operacional. É perfeitamente compreensível, já que os diferentes setores sociais e suas representações constroem categorias científicas que servirão a certas finalidades práticas: a definição de agricultura familiar, para fins de atribuição de crédito, pode não ser exatamente a mesma daquela estabelecida com finalidades de quantificação estatística num estudo acadêmico. O importante é que estes três atributos básicos (gestão, propriedade e trabalho familiar) estão presentes em todas elas (ABRAMOVAY, 1997, p. 3).

O termo agricultura familiar passou a ser utilizado com frequência no meio acadêmico, político e nos discursos dos movimentos sociais rurais. Desta forma, Schneider (2003) evidencia que

A expressão “agricultura familiar” vem ganhando legitimidade social e científica no Brasil, passando a ser utilizada com crescente frequência nos discursos dos movimentos sociais rurais, pelos órgãos governamentais e por segmentos do pensamento acadêmico, especialmente pelos estudiosos das Ciências Sociais que se ocupam da agricultura e do meio rural (SCHNEIDER, 2003, p. 21).

Para Guanzioli et al. (2001), não se determina pelo tamanho do estabelecimento a propriedade de produção familiar, e sim pelo que a família pode explorar com base no seu próprio trabalho. A agricultura familiar consegue ser extremamente complexa e diversificada no sentido de capacidade e tentativa de adaptação.

A diversidade reflete a própria natureza da agricultura familiar, em particular sua capacidade e tentativa de adaptação – nem sempre sustentável, deve-se dizer – às condições ambientais locais, à disponibilidade de recursos, à experiência, cultura e história das famílias assim como às condições impostas pelo mercado e pela sua inserção na sociedade (GUANZIROLI et al., 2001, p. 169).

Surge assim o debate sobre a multifuncionalidade da agricultura, a qual aborda as várias funções agrícolas ou não agrícolas que uma unidade familiar é capaz de desenvolver.

De acordo com Tubaldini (2006, p. 4),

Segundo a versão francesa, a multifuncionalidade da agricultura é entendida como “um conjunto de contribuições da agricultura a um desenvolvimento econômico e social considerado na sua unidade” (CARNEIRO, 2006, p. 182). Considera-se que a dependência excessiva do mercado, decorrentes da ênfase no caráter produtivista da agricultura familiar, teria desvirtuado algumas funções essenciais dessa forma de organização da produção na sua relação com a sociedade, como a de preservar o meio ambiente e a paisagem, a da manutenção de um tecido social com práticas culturais responsáveis pela ocupação do território e pela manutenção do patrimônio cultural, a segurança alimentar, entre outras.

Isto posto, a capacidade de adaptação é de extrema relevância, já que um sistema de produção pode ser possível em um local e inviável em outro, sendo assim fundamental que cada localidade busque um sistema de produção condizente com sua realidade. Diante disto, Guanzioli et al. (2001) afirmam que a capacidade de absorção do progresso tecnológico da produção também é relevante, porque consegue conciliar a produção de alimentos ao mesmo tempo que a elevação da qualidade de vida.

Destarte, de acordo com Abramovay (1998), a agricultura familiar tem atualmente importância no ambiente econômico geral do mundo.

O peso da produção familiar na agricultura faz dela hoje um setor único no capitalismo contemporâneo: não há atividade econômica em que o trabalho e a gestão estruturam-se tão fortemente em torno de vínculos de parentesco e onde a participação de mão-de-obra não contratada seja tão importante (ABRAMOVAY, 1998, p. 209).

Os autores Guanzioli et al. (2001), com base nas informações disponíveis sobre o assunto, observam que apesar da falta de apoio, a agricultura familiar é responsável por uma grande parte da produção agropecuária, obtém rendimentos mais elevados por hectare e uma grande parcela dos empregos agrícolas se deve a ela. Aliás, parte dos produtores considerados 'descapitalizados', quando recebem algum apoio, conseguem inovar seus sistemas produtivos e seguir o caminho da capitalização.

Segundo Lamarche (1994), os agricultores familiares diferenciam-se tanto em relação às potencialidades e restrições associadas quanto à disponibilidade de recursos e de capacitação.

Os agricultores organizam suas estratégias, vivem suas lutas e fazem suas alianças em função destes dois domínios: a memória que guardam de sua história e as ambições que tem para o futuro. Suas chances de atingir o modelo ideal, ou simplesmente de se aproximar dele, dependerão da complementaridade de seu projeto junto ao que a sociedade elaborou para eles (LAMARCHE, 1994, p. 19).

Savoldi e Cunha (2010) mencionam que o universo diferenciado de agricultores familiares é formado por grupos com interesses particulares e estratégias próprias de sobrevivência e de produção, os quais atuam de maneira diferenciada a desafios semelhantes e que, diante disto, vão demandar um tratamento compatível com estas diferenças.

É frequente a caracterização da agricultura familiar como um setor atrasado sob perspectivas econômica, social e tecnológica, focado na produção de produtos alimentares básicos e com uma lógica de produção de subsistência, porém essa imagem estereotipada está distante de corresponder à realidade. De acordo com Lamarche (1993, p. 24),

A exploração familiar deve ser analisada em seu conjunto, ou seja: tendo em conta diversas entidades que a estruturam. Compreender seu funcionamento significa colocar em evidência as diferentes lógicas em função da qual o agricultor determina suas escolhas fundamentais. Estas lógicas se definem em relação a um determinado número de sistemas.

A crise observada recentemente na agricultura convencional tem resultado na procura de outros modos de desenvolvimento para o segmento. No Brasil, verifica-se grandes avanços no âmbito dos estudos rurais sobre as formas familiares de produção e suas relações com os processos de desenvolvimento rural (SALVODI e CUNHA, 2010).

A ONU relata que “uma abordagem centrada no agricultor é a chave para alcançar a sustentabilidade, tanto nos países desenvolvidos como em desenvolvimento” (BRASIL, 1995, p. 399).

Na época atual a agricultura familiar no Brasil é responsável por uma parcela considerável da produção de alimentos (abastecimento interno e composição da alimentação básica da população), observando-se um acelerado acréscimo da produtividade e melhor aproveitamento das terras pelos estabelecimentos familiares, em detrimento da importação de alimentos (FRANÇA et al., 2009).

Em vista disto, a agricultura familiar é considerada parte fundamental para o desenvolvimento pleno e equitativo do país no que tange à oportunidade de trabalho, produção de alimentos, fortalecimento e resgate da cultura e biodiversidade, ainda que enfrente inúmeras dificuldades (GREGOLIN, 2016).

Além disso, a agricultura também é modificadora do espaço rural, pois sua dinâmica nesse ambiente vem sendo determinada por outras atividades, passando a ser pensada como uma das dimensões estabelecidas entre a sociedade e o espaço ou entre o homem e a natureza.

O desenvolvimento rural tem como base a gestão do território e as dinâmicas locais inovadoras, que induzem as mudanças nas comunidades. Isto posto, e somando as consequências geradas pelo modelo de produção atual, há que se pensar uma prática que respeite, valorize e reestabeleça o equilíbrio, promovendo qualidade de vida. Nesse sentido, a utilização de biomassa como uma fonte de energia através da obtenção do biogás assume protagonismo, não mais como uma possibilidade futura, mas como uma realidade presente, a qual, porém, necessita de expansão.

#### 4 BIOMASSA RESIDUAL COMO FONTE DE ENERGIA

Por meio da fotossíntese os vegetais acumulam energia. Os efluentes da produção, denominados resíduos orgânicos, são derivados do metabolismo incompleto dos ingredientes vegetais que são empregados nas rações, as quais ainda mantêm um potencial energético oriundo de suas elevadas cargas orgânicas, que também contêm nutrientes e minerais (nitrogênio, fósforo, entre outros). Se despejados em seu estado bruto no meio ambiente, estes resíduos produzem impactos ambientais ao liberarem altas quantidades de cargas carbonáceas (GALINKIN e BLEY JR., 2009).

Quando em pequenas quantidades, essas cargas carbonáceas eram processadas sem dificuldades pela natureza, a exemplo de quando homens e animais viviam de forma nômade (sem habitação fixa) nos territórios. Porém, atualmente, em meio à urbanização, às escalas presentes de produção industrial e animal (com animais estabulados, concentrados em pequenas áreas) e ao aumento constante da população mundial, esses resíduos produzidos pelas transformações e manipulações humanas acabam se acumulando nos solos e nas águas, resultando em degradações do meio ambiente (GALINKIN e BLEY JR., 2009).

Gera-se diariamente expressiva quantidade de resíduos orgânicos dos estabelecimentos de animais confinados e estes, na maioria das vezes, são dispersos no ambiente, atingindo redes hídricas, ainda carregados de substâncias contaminantes. Ainda por se tratarem de compostos com micro e macronutrientes, propiciam um recinto que oferece abrigo, temperatura e água, preferido por diversos vetores associados à transmissão de zoonoses, além de inúmeras doenças (AMARAL et al., 2004).

As práticas do setor encontram dificuldades para custear o tratamento de seus impactos ambientais, comprometendo a permanência da atividade e ocorrendo sua inviabilidade quando não atende as normas da legislação atual. Entretanto, buscar receitas novas e não operacionais, como a produção de energia elétrica e obtenção de certificados por redução de emissões de gases promotores do efeito estufa, representam possibilidades e oportunidades de suprir esta demanda por cobertura dos custos e investimentos em tratamentos ambientais (PECORA et al., 2008).

O aspecto econômico, além do ambiental, justifica esforços para o aproveitamento de energia da biomassa residual. Esta energia pode ser utilizada para

autoabastecimento e também vendida para o setor elétrico, o qual a reconhece oficialmente (BLEY JR., 2007).

A partir dos resíduos orgânicos a energia elétrica pode ser adquirida com os processos bioquímicos e químicos, através de combustão direta, por processos termoquímicos (gaseificação, pirólise, liquefação e transesterificação) ou por processos biológicos (digestão anaeróbia e fermentação) (MENDONÇA, 2009).

Em síntese, com a biodegradação do carbono disponível nos efluentes e dejetos, obtém-se o biogás e deste, a energia elétrica. O efluente dos biodigestores é utilizado como biofertilizante, o qual é rico em carbono e contém nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, entre outros) (MIRANDA et al., 2006; PEREIRA et al., 2012).

Devido a essas oportunidades ambientais, econômicas e sociais, a biomassa residual pode ser considerada uma alternativa para o desenvolvimento rural sustentável, ocupando lugar de destaque entre as possibilidades da agroenergia.

#### 4.1 TRATAMENTO DA BIOMASSA RESIDUAL ATRAVÉS DE BIODIGESTORES

A fim de realizar o tratamento dos efluentes e resíduos orgânicos, torna-se necessário submetê-los a um processamento, o qual é composto por uma fase anaeróbia (ausência de oxigênio), em biodigestores durante um determinado tempo de detenção, objetivando assim obter a redução da carga orgânica bruta do efluente a partir da ação de micro-organismos especializados (COLDEBELLA, 2006).

O biodigestor nada mais é do que uma estrutura projetada e construída com o objetivo de produzir a situação mais favorável possível para ocorrer a degradação, de forma acelerada, da biomassa sem contato com o ar (MACHADO, 2011).

O biogás, gás originado em decorrência da degradação da biomassa, fica armazenado na área livre da cúpula do biodigestor, nesse caso transformada em gasômetro, ou pode ir para um gasômetro, cuja função é a acumulação do gás. Este gás pode ser canalizado para diversos usos, como: processos de aquecimento ou resfriamento, acionamento de motogeradores de energia elétrica que utilizem esse combustível, entre outros (SILVA, 2009).

Segundo Von Sperling (1996), o biofertilizante obtido do biodigestor necessita ser submetido a um sistema de tratamento biológico para a redução de nutrientes, nitrogênio, fósforo, coliformes fecais, entre outros.

A realização e eficiência da digestão dependem de diversos fatores, como o tipo de substrato usado no processo, pH, acidez, alcalinidade, concentração de sólidos, temperatura, entre outros. Em meio a estes, a temperatura influencia diretamente a atividade microbiana e a velocidade das reações bioquímicas, sendo seu estudo de extrema importância nos sistemas biológicos (CASTRO e CORTEZ, 1998; MIRANDA et al., 2006).

O clima tropical brasileiro, em relação às regiões localizadas nas áreas frias do planeta, é facilitador dos ciclos biológicos que proporcionam a degradação anaeróbia, isso não só em termos da biodiversidade detritívora, mas também em relação às condições climáticas em si, pois atinge temperaturas médias anuais que garantem os processos biológicos (GALINKIN e BLEY JR., 2009).

As altas temperaturas praticamente todo o ano no Brasil, bem como a grande diversidade, fazem com que os micro-organismos detritívoros atuem constantemente. Já as condições climáticas extremamente frias por períodos prolongados nos países do Hemisfério Norte minimizam e, algumas vezes, até cessam as atividades dos ciclos biológicos, restringindo inclusive a biodiversidade detritívora que é, em geral, menos volumosa que a tropical, limitando o emprego da biodigestão, ou pelo menos encarecendo-a, já que esta necessita de energia térmica para ocorrer (CHERNICHARO, 1997).

Vários são os modelos de biodigestores atualmente, resultados da experiência de alguns países como China e Índia. Sua classificação difere dependendo do modo de operação, que pode ser denominado contínuo ou batelada. No sistema contínuo, os abastecimentos com o material orgânico a ser tratado são periódicos e contínuos, assim como a saída do substrato já tratado. O sistema em batelada recebe um volume total, sendo este retido até o final do processo de degradação e, posteriormente, retirado (MACHADO, 2011).

Segundo Lucas Jr. e Santos (2000), biodigestores fáceis de serem operados, manejados, e que possuem custos reduzidos ganham cada dia mais visibilidade. A fórmula para o desenvolvimento e processo apropriados consiste na adoção do biodigestor adequado para a quantidade e tipo de resíduo presente em uma propriedade.

## 4.2 BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE

De acordo com Coelho (2000), a composição média do biogás resultante da biomassa residual de criatórios de animais está descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição média da mistura gasosa do biogás

<b>Gases</b>	<b>Intervalo (% vol.)</b>
CH <sub>4</sub>	40-70
CO <sub>2</sub>	30-60
Outros gases	1-5
H <sub>2</sub>	0-1
H <sub>2</sub> S	0-3

Fonte: Adaptado de Coelho (2000).

Basicamente, a geração de biogás na biodigestão anaeróbia se dá em quatro etapas principais: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (CHERNICHARO, 2007).

Na hidrólise, os micro-organismos liberam enzimas extracelulares para promover a hidrólise das partículas e degradar os sólidos em suspensão maiores em moléculas menores, solúveis no meio (GALINKIN e BLEY JR., 2009; FARIA, 2012).

Na fase acidogênica, os produtos solúveis provenientes da hidrólise são absorvidos e metabolizados pelas bactérias fermentativas acidogênicas, as quais excretam substâncias orgânicas simples, como ácidos graxos voláteis, álcoois e compostos minerais, ocorrendo nesta etapa apenas a conversão da matéria orgânica (LOUZADA, 2006).

Na acetogênese, as archaeas sintróficas acetogênicas promovem a oxidação de compostos orgânicos intermediários, como propionato e butirato em acetato, hidrogênio e dióxido de carbono (MENDONÇA, 2009).

Por último, na etapa da metanogênese, as archaeas metanogênicas atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono, transformando-os em metano. Essa fase limita a velocidade da cadeia de reações devido, sobretudo, à formação de microbolhas de metano e dióxido de carbono em torno das archaeas metanogênicas, isolando-as do contato direto com a mistura em digestão, por isso a prática de agitação da massa no biodigestor é aconselhável (FARIA, 2012; KUCZMAN, 2007; PINHEIRO, 2006).

O biogás, produto resultante do processo de biodigestão anaeróbia da biomassa, é inflamável em função da quantidade de metano que possui, estando habilitado, também, para uso como combustível em turbinas e motores a explosão e, se for acoplado a estes um gerador, pode-se produzir energia elétrica, sendo que seu poder calorífico usual varia entre 5.000 e 7.000 kcal por m<sup>3</sup>, podendo chegar até 12.000 kcal quando purificado (CASAGRANDE, 2003).

Em se tratando da utilização desta biomassa residual transformada em energia elétrica para processos produtivos no espaço rural e que demandam essa energia do Sistema Nacional Integrado, acontecerá o que Sachs (2007) denominou como “energia que menos custa”, ou seja, aquela que deixa de ser adquirida do sistema convencional, cuja produção é feita em centrais, transporta em linhas de transmissão e entregue aos consumidores por meio das linhas de distribuição. Isso resultaria em economia nos investimentos da logística da disponibilidade e para acesso da energia elétrica.

Outra possibilidade de usufruir da disponibilidade de energia a partir de biomassa residual é no setor do agronegócio, que precisa da energia elétrica para manter suas operações infraestruturais, de processos e movimentar cargas agrícolas. Esta última, pode ser atendida por energia elétrica, ocasionando a diminuição do uso de combustíveis de origem fóssil (GALINKIN e BLEY JR., 2009).

A utilização da energia obtida através de unidades geradoras de biomassa residual, de forma descentralizada, por geração distribuída e com o emprego dos biodigestores pode representar ao agronegócio e à agricultura familiar ampla autonomia energética, além da sustentabilidade econômica e ambiental (BLEY JR., 2008).

Existe a possibilidade, em casos de grande disponibilidade de biogás, de que parte da energia produzida, além de ser utilizada na própria propriedade, possa ser vendida às concessionárias distribuidoras de energia elétrica, produzindo um novo faturamento em uma propriedade diversificada (MENDONÇA, 2009).

O biofertilizante, outro produto obtido por meio da biodigestão anaeróbia, contém nitrogênio, fósforo e carbono, elementos interessantes para uso na agricultura (AQUINO et al., 2014). Quando este é aplicado no solo, melhora suas qualidades físicas, químicas e biológicas (COLDEBELLA, 2006).

## 5 CONCLUSÃO

A grande evolução tecnológica trouxe soluções, porém com ela também vieram os problemas para os quais se buscam constantemente alternativas.

O Brasil tem grande potencial para o aproveitamento do biogás gerado pelo tratamento da biomassa resultante das atividades agropecuárias. A utilização de biodigestores deve ser considerada como uma peça relevante no processo de adequação destas atividades, pois seu produto é uma fonte de energia renovável, com vantagens ambientais, sociais e econômicas significativas.

Este novo modelo de desenvolvimento rural sustentável é uma meta a ser alcançada a curto, médio e longo prazos, e demandará, sobretudo, uma quebra de paradigmas por contrariar interesses e dependerá especialmente da capacidade de transformar conceitos em fatos concretos que afetem a qualidade de vida da sociedade e suas futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo – Rio de Janeiro - Campinas: Ed. HUCITEC/ANPOCS/UNICAMP, 1992. Uma nova extensão para a agricultura familiar. In: Seminário Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural. Brasília, DF, Anais, 1997.

\_\_\_\_\_. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

\_\_\_\_\_. **O futuro das regiões rurais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

AMARAL, C.M.C.; AMARAL, L.A.; LUCAS JR., J.; NASCIMENTO, A.A.; FERREIRA, D.S.; MACHADO, M.R.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1897-1902. 2004.

AMORIN, A.C.; LUCAS JR., J.; RESENDE, K.T. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 16-24. 2004.

ANDRADE, M.A.N.; RANZI, T.J.D.; MUNIZ, R.N.; SILVA, L.G.S.; ELIAS, M.J. Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental. In: Anais do 4º Encontro de energia no meio rural - AGRENER 2002. Campinas: UNICAMP/NIPE, 2002.

BLEY JR., C. **Agroenergia da biomassa residual**: perspectivas econômicas, sociais, ambientais e energéticas. Curitiba: Itaipu Binacional, 10 p. 2007.

\_\_\_\_\_. **Agroenergia**. Relatório de Cícero Bley Jr. para o PCT FAO-Itaipu – Projeto Biomassa Residual, capítulo 3, 27 p. 2008. 27 p.

BOFF, L. **Sustentabilidade**: O que é – O que não é. Petrópolis: Vozes, 2012, p. 200.

BRASIL. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**: de acordo com a Resolução nº 44/228 da Assembleia Geral da ONU (Organização das Nações Unidas), de 22-12-89, estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas ao meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.

CASAGRANDE, L.F. **Avaliação descritiva de desempenho e sustentabilidade entre uma granja suinícola convencional e outra dotada de biossistema integrado (BSI)**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CASTRO, L.R.; CORTEZ, L.A.B. Influência da temperatura no desempenho de biodigestores com esterco bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 97-102. 1998.

CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores anaeróbios**. v. 5. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 245 p. 1997.

\_\_\_\_\_. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: reatores anaeróbios. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 379 p. 2007.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Tradução de Our common future. 1. ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 430 p. 1991.

COELHO, S.T. (coord. téc.). **Medidas mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica**. São Paulo: Aneel/Cenbio/Pnud, 218 p. 2000.

COLDEBELLA, A. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, 2006.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157 p.

FARIA, R.A.P. **Avaliação do potencial de geração de biogás e de produção de energia a partir da remoção da carga orgânica de uma estação de tratamento de esgoto** – estudo de caso. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

FRANÇA, C.G.; DEL GROSSI, M.E.; MARQUES, V.P.M.A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. 96 p. Brasília: MDA, 2009. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/agro/dwn/CensoAgropecuario.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

FREITAS, J. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 1 ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2011.

GALINKIN, M.; BLEY JR., C. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2 ed. rev. Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, TechnoPolitik Editora, 140 p. 2009.

GANEM, R.S. **De Estocolmo à Rio+20: avanço ou retrocesso?** Cadernos ASLEGIS, 45, 2012.

GREGOLIN, G.C. **Alimentação Escolar e Agricultura Familiar: uma análise sobre a implementação da Lei 11.947/2009 e seu caráter sustentável no Sudoeste do Paraná**. 2016, 195 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, 2016.

GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A.M.; DI SABBATO, A.; BITTENCOURT, G. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 284 p. 2001.

KUCZMAN, O. **Tratamento anaeróbio de efluente de fecularia em reator horizontal de uma fase**. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, 2007.

LAMARCHE, H. **A agricultura familiar: uma realidade multiforme**. Campinas: Editora da Unicamp, 1993.

\_\_\_\_\_. A análise da empresa familiar agrícola ou industrial. **In:** Association des Ruralistes Français. *Lê monde Rural et lês Sciences Sociales: omission ou fascination*. XIX Colóquio da Association des Ruralistes Françaises. Paris, 1994.

LEFF, H. **Discursos sustentáveis**. São Paulo: Cortez, 2010. 293 p.

LOUZADA, A.G. **Avaliação da atividade metanogênica específica de lodos com condicionamento hidrolítico provenientes do sistema UASB + BFs**. 2006. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, Vitória, 2006.

LUCAS JR., J.; SANTOS, T.M.B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. **In:** Anais do Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola. Concórdia: CNPSA, p. 27-43, 2000.

MACHADO, C.R. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de exposição ao ar**. 2011. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

MARAFON, G.J. Agricultura familiar, pluriatividade e turismo: reflexões a partir do território fluminense. **Campo-Território Revista de Geografia Agrária**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 17-40. 2006.

MENDONÇA, E.F. **Tratamento anaeróbio de efluentes oriundos da bovinocultura de leite em biodigestor tubular**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, 2009.

MIRANDA, A.P.; AMARAL, L.A.; LUCAS JR., J. Influência da temperatura na biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos e suínos. **In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**, p. 2928-2931. 2006.

MONTEIRO, R.B.N.C. **Desenvolvimento de um modelo para estimativas da produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos de corte**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Estudos avançados**, 15 (43), 2001.

PECORA, V.; FIGUEIREDO, N.J.V.; COELHO, S.T.; VELÁZQUEZ, S.M.S.G. Nota Técnica VIII - Biogás e o mercado de crédito de carbono. **In: Rio Oil & Gas Expo and Conference 2008**, Rio de Janeiro. 2008.

PEREIRA, L.; RIBEIRO, W.R.; PEREIRA, A.A.; LIMA, R.E.V. A construção e o papel ambiental de um biodigestor. **De Magistro de Filosofia**, ano V, n. 9. 2012.

PINHEIRO, D.M. **Influência da velocidade de recirculação no tratamento anaeróbio de esgoto sintético em biorreator operado em batelada sequencial contendo biomassa granulada**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2006.

PLEIN, C. **Os mercados da pobreza ou a pobreza dos mercados? As instituições no processo de mercantilização da agricultura familiar na Microrregião de Pitanga, Paraná**. 2012. 266 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Porto Alegre, 2012.

SACHS, I. **A revolução energética do século XXI**. Estudos Avançados. 21. p. 21-38. 2007.

\_\_\_\_\_. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009, 95 p.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008, 151 p.

SAVOLDI, A.; CUNHA, L.A. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, Pronaf e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 25-45. 2010.

SCHNEIDER, S. **A pluriatividade na agricultura familiar**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia de Letras, 2010.

SILVA, A.A. **Viabilidade técnica e econômica da implantação da atividade anaeróbia e aplicação de biofertilizante nos atributos de solo e plantas**. 2009. 168 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

SOUZA, C.F.; CAMPOS, J.A. Avaliação do tempo de retenção hidráulica, agitação e temperatura em biodigestores operando com dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1742-1745, 2007.

TUBALDINI, M.A.S. Desenvolvimento rural e agricultura familiar: reflexões a partir do estudo de caso da cachaça artesanal de Ouro Preto (MG/Brasil) e da aguardente de Medronho (Algarve/Portugal). **Anais...** XVIII Encontro Nacional de Geografia Agrária, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1, Belo Horizonte: DESAUFMG. 1996.

## ARTIGO 2

# PERSPECTIVAS DA TECNOLOGIA DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA SUINOCULTURA NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DA MATRIZ SWOT

### RESUMO

A intensificação da suinocultura no Brasil em razão da necessidade de uma produção alimentícia cada vez maior resultou na formação de grandes quantidades de dejetos que, se direcionados inadequadamente, podem ocasionar diversos tipos de poluição na água, solo e ar. Nesse contexto, a biodigestão anaeróbia aparece como uma alternativa tecnológica na mitigação dos impactos gerados pela suinocultura. Assim, este estudo buscou verificar as perspectivas da tecnologia da biodigestão anaeróbia de águas residuárias da suinocultura na região Oeste do Paraná. Para isso, foram realizadas entrevistas baseadas em questionários estruturados aplicados aos produtores responsáveis por unidades suinícolas, empresas integradoras da cadeia produtiva da suinocultura e órgãos reguladores da região. Para a avaliação dos resultados foi realizada uma análise com base na matriz SWOT, a qual revelou que as forças e oportunidades são superiores às fraquezas e ameaças identificadas. A fim de superar os pontos negativos listados, sugere-se que o governo e as empresas integradoras busquem desenvolver ações que atendam às necessidades e realidades da atividade.

Palavras-chave: Biodigestor. Biogás. Energia. Meio ambiente.

### ABSTRACT

The intensification of pig farming in Brazil, due to the need for an ever greater food production, has resulted in the formation of large amounts of waste that, if improperly directed, can cause different types of pollution in water, soil and air. In this context, anaerobic biodigestion appears as a technological alternative in mitigating the impacts generated by pig farming. Thus, this study sought to verify the perspectives of the anaerobic biodigestion technology of swine wastewater in the Western region of Paraná. For this, interviews were conducted based on structured questionnaires applied to producers responsible for pig units, companies that integrate the pig production chain and regulatory bodies in the region. For the evaluation of the results, an analysis was performed based on the SWOT matrix, which revealed that the strengths and opportunities are superior to the identified weaknesses and threats. In order to overcome the negative points listed, it is suggested that the government and the integrating companies seek to develop actions that meet the needs and realities of the activity.

Keywords: Biodigester. Biogas. Energy. Environment.

## 1 INTRODUÇÃO

A população mundial chegará aos 9,7 bilhões de habitantes em 2050, contra 7,7 bilhões em meados de 2019, conforme o relatório “Perspectivas Mundiais de População 2019: Destaques” divulgado pelas Nações Unidas. Já o Brasil conta com mais de 210 milhões de habitantes, segundo dados do IBGE (2020).

Diante disto, o mundo necessita de uma produção alimentícia que satisfaça às necessidades da vida. Sendo assim, o primeiro setor da economia irá produzir alimentos em níveis cada vez mais elevados (MENDONÇA, 2009).

No ano de 2017, o Brasil, de acordo com os dados do último Censo Agropecuário do IBGE, contava com um rebanho suíno de 39.346.192 cabeças, sendo considerado o quarto maior produtor e exportador de carne suína, uma posição de destaque no cenário mundial (IBGE, 2019a, 2018). Pesquisas evidenciam que existiram crescimentos ininterruptos dessa atividade, culminando em novo patamar recorde em 2018 (IBGE, 2019b).

O Estado do Paraná possui o terceiro maior rebanho do país, contando com 6.215.075 cabeças, atrás apenas de Santa Catarina (8.438.865 cabeças) e do Rio Grande do Sul (6.447.946 cabeças), seguido por Minas Gerais (4.835.859 cabeças) e Mato Grosso (2.348.020 cabeças) (IBGE, 2019a).

A região Oeste do Paraná possui 3.855.532 cabeças de suínos, ou seja, 62,04% do total do rebanho deste estado (IBGE, 2019a). No Oeste Paranaense a produção de suínos se fez presente desde o início da colonização, quando era apenas uma atividade de subsistência para as famílias, e posteriormente tornou-se uma fonte de renda familiar (HACK et al., 2011).

A atividade é de fundamental importância no contexto socioeconômico do Paraná, proporcionando fonte de renda e empregos em todos os setores da economia (IAPAR, 2000). Entretanto, como as demais atividades humanas, a suinocultura interage com o meio ambiente, gerando grandes preocupações do ponto de vista ambiental, pois esta é uma das atividades agropecuárias de maior potencial poluidor em função da grande quantidade de dejetos produzidos em pequenas áreas e da sua composição, com altas cargas de matéria orgânica, nutrientes e patógenos (GONÇALVES JR. et al., 2007; MIELE, 2006).

Os materiais originados nestas atividades, quando simplesmente lançados no ambiente, sem o tratamento adequado, podem gerar impactos na saúde humana,

animal e também no meio ambiente (SOUZA e CAMPOS, 2007). A escolha do manejo adequado aos resíduos de suínos é o maior desafio para a sobrevivência das zonas de produção intensiva (OLIVEIRA, 2001).

Estes resíduos podem ser tratados por meio do processo da biodigestão anaeróbia, com a utilização de biodigestores, que têm como produtos o biogás, um gás combustível altamente energético, e o biofertilizante, que aplicado ao solo proporciona nutrientes para as plantas (QUADROS et al., 2009). Com a procura por fontes que sejam alternativas de energia, o biogás pode ser considerado uma solução na transformação econômica do meio produtivo rural (SILVA, 2015).

Diante de tal contexto, torna-se fundamental o estudo das perspectivas da tecnologia da biodigestão anaeróbia de águas residuárias da suinocultura na região Oeste do Paraná a partir do posicionamento de produtores responsáveis por unidades suinícolas, empresas integradoras da cadeia produtiva da suinocultura e órgãos reguladores, com o uso da matriz SWOT.

## **2 MATRIZ SWOT**

A matriz SWOT, conforme conhecida originalmente, e FOFA, sua tradução à Língua Portuguesa, é uma ferramenta empregada para fazer análise de cenário ou ambiente e utilizada como base para gestão e planejamento estratégico de uma corporação ou empresa, mas também pode ser aplicada para qualquer tipo de análise de cenário em razão de sua simplicidade (NEUMANN e SCALICE, 2015; ZIMMERMAN, 2015).

De acordo com Zimmerman (2015, p. 29),

É uma “fotografia” tirada do ambiente como um todo, propicia a visão do terreno onde se encontra a instituição, serve de apoio para que as fraquezas sejam minimizadas e os pontos fortes maximizados, melhor aproveitados, através de uma estratégia que contemple, ao mesmo tempo, as oportunidades do ambiente e o que de melhor a organização poderá fazer para aproveitá-las.

Esta análise segue um sistema de avaliação dividido em variáveis internas (forças e fraquezas), ligadas intimamente à organização, e variáveis externas (oportunidades e ameaças), voltadas ao setor em que a organização está inserida (Quadro 1) (KUMMER, 2007; LINDON et al., 2004; TAVARES, 2005).

Para Wehrich (1982), esta dinâmica de ambiente interno e externo se mantém em constante transformação, sendo assim, os elementos da matriz se referem a um momento temporal, devendo, portanto, ser acompanhados e corrigidos.

Quadro 1 - Representação das siglas SWOT e FOFA

<b>SWOT</b>	<b>FOFA</b>	
Strengths	Forças	<b>Análise Interna</b>
Weaknesses	Fraquezas	
Opportunities	Oportunidades	<b>Análise Externa</b>
Threats	Ameaças	

Fonte: Adaptado de Galvão (2017).

Segundo Bianco et al. (2005, p. 13),

Após ter realizado uma análise SWOT, a organização estará apta a estabelecer afim de melhorar os pontos que tenham sido considerados de baixo desempenho e prioritários. Poderá estabelecer e direcionar com maior eficácia sua forma de atuação no que diz respeito ao aproveitamento de oportunidades e de obter melhorias na realização de análises do ambiente externo, afim de perceber eventuais mudanças, saber se adaptar a elas e diminuir as consequências das ameaças que possam surgir.

Nessa linha, pode-se citar os trabalhos de Almeida et al. (2017), Scherer (2017) e Moura et al. (2006), os quais utilizaram a matriz para retratar questões ambientais relacionadas a biodigestores e à atividade de suinocultura.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo constituiu-se em uma pesquisa explicativa envolvendo a cadeia produtiva da suinocultura e a percepção dos diferentes agentes presentes nesta em relação à tecnologia da biodigestão anaeróbia na região Oeste do Paraná.

Gil (1996) e Dencker (2000) incitam que a pesquisa explicativa tem como finalidade identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos acontecimentos. “Este é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas” (GIL, 2008, p. 50).

A região Oeste do Paraná (Figura 1) apresenta uma população de 1.315.226 habitantes e tem extensão territorial de 22.864,702 km<sup>2</sup>, o que representa 11,44% do

Estado. É formada pela união de cinquenta municípios (Anahy, Assis Chateaubriand, Boa Vista da Aparecida, Braganey, Cafelândia, Campo Bonito, Capitão Leônidas Marques, Cascavel, Catanduvas, Céu Azul, Corbélia, Diamante do Sul, Diamante d'Oeste, Entre Rios do Oeste, Formosa do Oeste, Foz do Iguaçu, Guaíra, Guaraniaçu, Ibema, Iguatu, Iracema do Oeste, Itaipulândia, Jesuítas, Lindoeste, Marechal Cândido Rondon, Maripá, Matelândia, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Aurora, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Palotina, Pato Bragado, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Helena, Santa Lúcia, Santa Tereza do Oeste, Santa Terezinha de Itaipu, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Três Barras do Paraná, Tupãssi, Vera Cruz do Oeste), agrupados em três microrregiões (Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo) (IBGE, 2010, 2019c; IPARDES, 2012).



Fonte: Paraná (2016).

Por se tratar de um corredor de exportação que faz fronteira com o Paraguai e a Argentina, além de ser uma das maiores produtoras nacionais de suínos, frangos e soja, constitui-se em uma área de grande importância para o Estado do Paraná. Destaca-se ainda pela integração entre as principais cadeias produtivas - soja, milho, suínos, frangos e leite -, o que fortalece a economia desta região e sustenta sua importância em âmbito nacional (MADUREIRA, 2012).

A ferramenta metodológica utilizada para a coleta dos dados foi a entrevista, a qual esteve alicerçada em três questionários estruturados, cada um específico para

um grupo de entrevistados, sendo aplicados junto aos produtores responsáveis pelas unidades, as empresas integradoras da cadeia produtiva da suinocultura e aos órgãos reguladores - Apêndice A, Apêndice B e Apêndice C, respectivamente.

Segundo Gil (2008, p. 109), a entrevista consiste em uma relação social entre pesquisador e entrevistado, “é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação”. Já Richardson (1999, p. 207) alega que

O termo entrevista é construído a partir de duas palavras, *entre* e *vista*. *Vista* refere-se ao ato de ver, ter preocupação com algo. *Entre* indica a relação de lugar ou estado no espaço que separa duas pessoas ou coisas. Portanto, o termo entrevista refere-se ao ato de perceber realizado entre duas pessoas.

Em todas as entrevistas, primeiramente se fez uma breve contextualização da pesquisa, seguindo com a sensibilização junto aos pesquisados sobre as garantias éticas do estudo, na qual foi informado que a privacidade dos mesmos será preservada e, após a aprovação, deu-se início as entrevistas. O registro das respostas ocorreu por meio de gravação de voz e anotações, com póstuma transcrição, a qual garantiu a fidedignidade dos dados.

No que tange aos grupos de entrevistados que necessitaram delimitação, prosseguiu-se da seguinte forma: para a seleção dos produtores responsáveis pelas unidades foi realizada uma amostragem através da escolha aleatória de 30 propriedades com biodigestores localizadas na região Oeste do Paraná.

Já em relação às empresas integradoras e aos órgãos reguladores, delimitou-se um total de 4 e 6 entrevistados, respectivamente, para cada grupo, os quais foram escolhidos de acordo com sua relevância na cadeia produtiva da suinocultura.

Para o grupo voltado às empresas integradoras, ficaram definidas a LAR, COPAGRIL, COPACOL e FRIELLA. Ao grupo voltado aos órgãos reguladores, foram designados o IAP e as prefeituras dos municípios de Toledo, Marechal Cândido Rondon, Medianeira, Entre Rios do Oeste e Cafelândia.

A partir do relato dos pesquisados, bem como das constatações do pesquisador no momento da verificação de todas as questões e entrevistas, foi possível realizar análises do cenário baseadas na utilização da ferramenta estratégica matriz SWOT.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizadas as entrevistas, foi possível identificar as variáveis da tecnologia da biodigestão anaeróbia de águas residuárias da suinocultura na região Oeste do Paraná, de modo a auxiliar na realização da análise de SWOT, sendo que tais informações estão presentes no Quadro 2.

Quadro 2 - Análise SWOT da tecnologia da biodigestão anaeróbia de águas residuárias da suinocultura na região Oeste do Paraná a partir da opinião dos entrevistados

<b>ANÁLISE INTERNA</b>	
<b>Strengths (Forças)</b>	<b>Weaknesses (Fraquezas)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamento dos dejetos;</li> <li>- Diminuição da poluição (ar, solo e água);</li> <li>- Conservação do meio ambiente;</li> <li>- Redução da deterioração de materiais (ferro) e equipamentos;</li> <li>- Cumprimento de exigências ambientais (facilidade de obtenção do licenciamento ambiental);</li> <li>- Aumento da qualidade de vida de pessoas e animais;</li> <li>- Uso do biofertilizante;</li> <li>- Biofertilizante é um adubo melhor que o esterco não tratado (aumento da produtividade);</li> <li>- Biofertilizante não queima as plantas e o solo;</li> <li>- Biofertilizante é menos ácido que o esterco cru;</li> <li>- Biofertilizante é mais fácil de passar na lavoura que o esterco cru;</li> <li>- Biofertilizante necessita de menor área para despejo do que o esterco cru;</li> <li>- Redução/eliminação do uso de adubo químico, gerando economia;</li> <li>- Redução do odor, moscas e larvas na manipulação dos dejetos;</li> <li>- Integradora implantou biodigestor(es) em propriedades e deu manutenção até certo tempo (para alguns produtores);</li> <li>- Produção de energia alternativa e limpa;</li> <li>- Geração de energia elétrica (para alguns produtores);</li> <li>- Uso do biogás no fogão a lenha;</li> <li>- Redução/eliminação dos custos com energia (para alguns produtores);</li> <li>- Futuro autossustentável;</li> <li>- Assistência sem custo via CIBiogás (para alguns produtores).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de uso para o biogás (alguns produtores soltam o gás, outros queimam em flare);</li> <li>- Falta de retorno financeiro (para alguns produtores);</li> <li>- Custo alto/investimento alto do motor gerador;</li> <li>- Integradora deixou de fornecer manutenção aos biodigestores (para alguns produtores).</li> </ul>
<b>ANÁLISE EXTERNA</b>	
<b>Opportunities (Oportunidades)</b>	<b>Threats (Ameaças)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução da emissão de GEE;</li> <li>- Não há restrições, por parte de empresas integradoras, à presença de biodigestores nas propriedades suinícolas integradas;</li> <li>- Orientação/informação por parte de empresa integradora ao produtor integrado que deseja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade para a venda de energia/créditos de carbono;</li> <li>- Companhia de energia não incentiva a produção de biogás;</li> <li>- Falta de incentivo do governo;</li> </ul>

<p>colocar ou já possui biodigestor em sua propriedade (para alguns produtores);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas integradoras reconhecem a importância/vantagem econômica do tratamento dos dejetos e algumas possuem biodigestores em suas unidades, com geração de energia;</li> <li>- Futuramente a empresa integradora pretende oferecer treinamento prévio quanto ao aproveitamento dos resíduos na produção de biogás, geração de energia elétrica e produção de biofertilizante;</li> <li>- Formação de convênio entre empresas, Itaipu, Copel e prefeitura para projeto de geração de energia (para alguns produtores);</li> <li>- Formação de convênio entre produtores, Itaipu, Copel e prefeitura para a futura instalação de uma usina de biodigestores no município (para alguns produtores);</li> <li>- Órgão regulador possui lei específica para instalação de biodigestores dentro da bacia de manancial (para alguns produtores);</li> <li>- Órgão regulador exige a implantação de biodigestores em propriedades suinícolas próximas à cidade ou centro populacional a fim de reduzir o odor gerado por essas (para alguns produtores).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de linhas de crédito para compra de motor gerador;</li> <li>- Alto custo de manutenção/troca de lona;</li> <li>- Falta de incentivos financeiros por parte das integradoras;</li> <li>- Integradoras não oferecem treinamento prévio quanto ao aproveitamento dos resíduos na produção de biogás, geração de energia elétrica e produção de biofertilizante;</li> <li>- Não há exigência de biodigestor, por parte de empresas integradoras, nas propriedades suinícolas integradas;</li> <li>- Órgãos não possuem legislação(ções) ou norma(s) específica(s) para tecnologia de biodigestores (para alguns produtores);</li> <li>- Órgão regulador (IAP) possui deficiência de pessoal para realizar as atividades de acompanhamento e fiscalização da atividade de suinocultura e a capacidade técnica presente na iniciativa privada precisa ser melhor capacitada para atuar na assistência técnica dos suinocultores.</li> </ul>
---	--

#### a) Forças

Como pontos positivos internos da tecnologia da biodigestão anaeróbia elencados pelos entrevistados está principalmente a possibilidade do uso dos biodigestores a fim de tratar os dejetos produzidos pela atividade suinícola e, ao mesmo tempo, diminuir a poluição e conserva o meio ambiente.

Segundo Steinmetz et al. (2009), a suinocultura é reconhecida como uma atividade de grande potencial poluidor por produzir grandes quantidades de resíduos com altas cargas de matéria orgânica, nutrientes, sedimentos, patógenos, entre outros. Associado a isto tem-se o atual modelo de produção, caracterizado pela criação intensiva e em confinamento, que concentra grande número de animais em áreas reduzidas, o que aumenta ainda mais os riscos de contaminação ambiental.

O descarte de forma inadequada dos dejetos, como a simples disposição no meio ambiente, faz com que, em muitos casos, se tenha um excesso de elementos no solo, tornando difícil a absorção destes à mesma taxa em que são aplicados, podendo levar a lixiviação e/ou percolação do material para os corpos d'água superficiais e subterrâneos, tendo como resultado, em muitos casos, a sua poluição (KUNZ, 2006; PILLON et al., 2003). Com a destinação correta dos dejetos e, conseqüentemente, a extração dos gases mais agressivos ao meio ambiente, haverá

significativa redução das possibilidades de poluição ambiental, quer seja do ar, do solo ou das águas.

Quando o processo de biodigestão anaeróbia não ocorre nos biodigestores, as instalações de criação de suínos e as casas dos produtores geralmente ficam expostas aos dejetos em fermentação, devido à proximidade destas das tradicionais esterqueiras, as quais desperdiçam o biogás produzido, pois não possuem estruturas que possibilitam sua coleta. Esta exposição pode ser um fator determinante na vida útil de componentes ferrosos, comprometendo desde equipamentos até os arames das cercas e demais artefatos com ferro; e isso se deve ao poder corrosivo do gás sulfídrico (BLEY JR., 2015; SALOMON e LORA; 2005).

Outro ponto a ser abordado trata da necessidade do cumprimento de exigências ambientais, através da obtenção de licenciamento ambiental, determinadas para implantação e operação de atividades poluentes, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente. No caso específico da criação dos animais, exige-se a instalação de dispositivos para tratamento dos dejetos, como esterqueiras, lagoas ou biodigestores, conforme a Resolução SEMA nº 31, de 24 de agosto de 1998, a qual dispõe sobre licenciamento ambiental, autorização ambiental e outros procedimentos; e a Instrução Normativa IAP/DIRAM nº 105.006, de 23 de junho de 2009, voltada aos procedimentos de licenciamento de suinocultura, que tem como finalidade estabelecer as características dos empreendimentos, critérios - inclusive locacionais e técnicos -, procedimentos, trâmite administrativo, níveis de competência e premissas.

Em razão do produtor precisar implantar um dispositivo de tratamento de resíduos, justifica-se que este seja um biodigestor, uma vez que o equipamento ainda permite o proveito do biogás, possibilitando agregação de valor na suinocultura, assim como assegura melhores condições sanitárias para a vida humana e dos animais, pois os gases gerados através da degradação biológica de resíduos de suínos são tóxicos e a exposição regular a níveis elevados dessas substâncias é capaz de reduzir o desempenho zootécnico dos suínos e incapacitar precocemente os produtores, podendo afetar suas mucosas respiratória e ocular, provocando fortes irritações e com potencial até de ser letal (GALINKIN e BLEY, 2009; GUIVANT, 1998; MAINIER e VIOLA, 2005; PERDOMO et al., 2003; SARTOR et al., 2010; SCHULTZ, 2007).

Por consequência do processo, tem-se também a geração do biofertilizante, um subproduto ecologicamente benéfico, que vem sendo utilizado como uma

alternativa de produção para os produtores rurais, porque representa redução de custos com fertilizantes químicos, além de envolver a preocupação com a sustentabilidade na atividade suinícola (COLDEBELLA, 2006; SANTOS, 2008).

Sganzerla (1983) menciona em seu estudo que a mineralização do solo é uma das mais graves consequências da aplicação excessiva de fertilizantes químicos, pois alavanca o ressecamento, o endurecimento, e dificulta a entrada da água e do ar, o que acarreta na ocorrência de erosão. Inclusive os sais, muito solúveis, destroem as bactérias que vivificam o solo, deixando-o favorável a invasões por insetos, fungos, vírus, nematoides, entre outros, acarretando danos às plantas. Para resolver este problema o agricultor faz uso de defensivos agrícolas, os quais, por sua vez, poluem o solo e extinguem os predadores naturais das pragas, havendo a necessidade de aplicação de novos defensivos, criando um ciclo vicioso só quebrado com a aplicação de grandes quantidades de matéria orgânica.

Em contrapartida, o biofertilizante melhora a estrutura do solo, tornando-o mais fácil de ser trabalhado, bem como facilita a penetração das raízes, as quais conseguem absorver melhor a umidade do subsolo e, assim, resistem melhor aos longos períodos de estiagem (SANTOS, 2012).

De acordo com Gaspar (2003), outra vantagem da aplicação de biofertilizantes está no fato de que estes deixam o solo mais poroso, favorecendo a respiração dos vegetais e propiciando melhores condições para crescerem. O biofertilizante facilita a multiplicação das bactérias, assegurando saúde ao solo, fixando o nitrogênio atmosférico e transformando-o em sais aproveitáveis pelas plantas, o que aumenta de forma significativa a produtividade das lavouras.

Pelo fato do biofertilizante já estar completamente “curado” (na expressão do campo), não sendo passível de nova fermentação, não apresenta mais odor e, portanto, não atrai moscas ou outros insetos e, diferentemente de outros adubos, pode ser aplicado diretamente no solo, em forma líquida, o que facilita muito a sua manipulação (BIASI et al., 2018; CASTRO e CORTEZ, 1998; TURDERA e YURA, 2006). No processo ocorrido na esterqueira não acontece a separação de fases e o dejetos fica mais concentrando, demandando assim maiores áreas para sua disposição final como fertilizante (DIESEL et al., 2002; SILVA et al., 2005).

Canela (2006) sustenta que o biofertilizante é um adubo orgânico livre de agentes responsáveis por pragas e doenças, cooperando para o restabelecimento do teor de húmus do solo e, assim, aprimorando suas propriedades químicas, físicas e a

atividade microbiana, repercutindo na estruturação e fixação de nitrogênio atmosférico, atividade que não pode ser executada por nenhum fertilizante químico.

Quando o esterco dos animais sem o prévio tratamento nos biodigestores retorna ao solo ocorre a fertilização das plantas, entretanto, uma parcela dos nutrientes é perdida sem ao menos chegar ao solo, ou chegando de uma forma impossível de ser usada. O biofertilizante possui vantagens inerentes aos adubos orgânicos: devido ao seu pH ser por volta de 7,5, atuando como um corretor de acidez, eliminando o alumínio tóxico e liberando o fósforo dos sais insolúveis do alumínio e ferro; com o acréscimo do pH, inibe-se a multiplicação dos fungos patogênicos (NOGUEIRA, 1986).

Só após o processo de biodigestão anaeróbia o nitrogênio presente nos resíduos pode ser aproveitado, quando cerca de 50% deste nitrogênio se encontra na forma de amônia dissolvida, podendo ser facilmente assimilado pelas plantas. A partir deste processo é elevada a disponibilidade do nitrogênio em materiais orgânicos acima da faixa usual de 30 a 60% (BEZERRA, 2002; SANTOS, 2012).

Evidenciou-se também como força o caso de uma das integradoras ter implantado biodigestores em algumas propriedades e ter prestado manutenção até certo tempo. Isso se deve ao chamado Programa 3S, elaborado pelo Instituto Sadia de Sustentabilidade no ano de 2004, com a finalidade de levar os pequenos e médios criadores, em sistema de parceria, ao mercado de créditos de carbono e garantir uma importante fonte de receita para os suinocultores.

Conforme Sadia (2006), em 2003 iniciaram-se estudos de MDL e, em seguida, foi o desenvolvido o projeto, o qual previa a instalação de biodigestores e tinha como objetivo estender a iniciativa a todos os suinocultores integrados da Sadia, oportunizando a estes o acesso ao mercado de crédito de carbono. O programa instituiu que o suinocultor receberia os aparelhos em regime de comodato e abateria o investimento com a geração de seus créditos de carbono, os quais seriam negociados pelo Instituto.

A empresa se responsabilizou por todo o investimento na construção e manutenção da infraestrutura dos biodigestores por 10 anos e, neste período, o biogás gerado nos biodigestores seria apenas queimado em flare (equipamento responsável pela queima do biogás em altas temperaturas) para a acreditação do crédito de carbono, e não utilizado de outra forma na propriedade. Contudo, neste período, a empresa foi vendida a outro grupo comercial que não deu continuidade ao programa

dos créditos de carbono, sendo repassado o biodigestor (já instalado) para as propriedades (BARICHELO, 2010, 2015).

A possibilidade de produção de energia alternativa e limpa também surge como um fator positivo da tecnologia de biodigestão anaeróbia. Segundo Oliveira (2004) e Souza et al. (2004), o biogás pode ser aproveitado para produção de energia elétrica ou térmica em propriedades rurais, além de permitir gerar receitas e reduzir os custos de produção ao substituir o GLP e a energia elétrica. A conversão do biogás em energia elétrica é feita via sua combustão em um motogerador ou em uma microturbina, já a energia térmica é conseguida através da queima direta do biogás por meio de fogões, caldeiras, aquecedores, entre outros (COSTA, 2006; PECORA, 2006).

A lenha é uma fonte de calor comumente usada na cozinha pelos produtores rurais, porém é um recurso escasso, o qual deve ser conservado. Vale destacar que o desmatamento reflete em aumento de secas, perdas de solo devido à erosão e coloca em xeque a flora e a fauna dos ecossistemas. Além disso, a queima de lenha para uso doméstico é levantada como causadora de graves problemas de saúde especialmente em mulheres e crianças, as quais ficam expostas diariamente à fumaça (OLIVER, 2008).

Portanto, a queima direta do biogás beneficia as mulheres do campo, que deixam a laboriosidade do corte de lenha, da limpeza das panelas e da cozinha enegrecidas pela fuligem, do contratempo para acender o fogo no período mais úmido e os perigos relativos à inalação de fumaça (CRAVEIRO et al., 1982). Para Arthur et al. (2011), esse tempo economizado pode ser direcionado em outras atividades que gerem mais renda para as famílias ou na formação educacional.

Diante disto, observa-se que essas inovações na produção de energia nas propriedades rurais podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade, buscando atender às necessidades das presentes e futuras gerações.

Mais uma força indicada consiste na prestação de serviços técnicos especializados e gratuitos voltados para a orientação e soluções no que se refere à cadeia do biogás, oferecidos pelo CIBiogás, o qual foi criado em 2013 pela parceria da Itaipu com outras 15 instituições (ITAIPU BINACIONAL, 2017).

A parceria entre suinocultores e a instituição tem como missão difundir essa tecnologia para o uso racional dessa fonte energética, permitindo a viabilização de

novos negócios para a cadeia do biogás, assim como faz-se reconhecer essa instituição colaboradora como referência no âmbito local, nacional e internacional (CIBIOGÁS, 2020; LINS et al., 2015).

#### b) Fraquezas

Como ponto negativo interno da tecnologia da biodigestão anaeróbia enfatizado pelos entrevistados tem-se a falta de uso para o biogás.

A questão da escala é uma fraqueza, pois o produtor muitas vezes não tem uso suficiente do gás na pequena propriedade e usos como o automotivo tem um custo de investimento muito alto para o volume de gás consumido nos veículos da propriedade. Uma solução para isso seria a organização dos produtores de determinado território ou comunidade sob a forma de associações ou cooperativas para a utilização do biogás, com vistas a aumentar a sustentabilidade deste processo através do ganho em escala (PLATAFORMA DE BOAS PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2019).

A Plataforma de Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável (2019, p. 01) destaca que “esta prática tem se mostrado extremamente viável e positiva no meio rural, pois transforma um grave passivo ambiental em um importante ativo econômico”.

Outro ponto desfavorável abordado se trata da ausência de retorno financeiro. Conforme Deublein e Steinhauer (2008) e Salomon e Lora (2005), o biogás não é um produto fácil de vender, pois é um gás leve e de baixa densidade, de difícil compressão e liquefação (ocorre apenas a  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), o que dificulta seu transporte e armazenamento.

Seu uso comum é na forma comprimida em cilindros com pressões entre 200 e 300 bar, entretanto, o custo para chegar a essa compressão em pequenas instalações é muito elevado. Segundo Deublein e Steinhauer (2008), o valor pode chegar a US\$ 5.000,00 por kW para instalações em torno de 10 kW. Já em instalações maiores, obtendo assim ganhos de escala, os valores podem cair para uma faixa de US\$ 500,00 a US\$ 700,00 por kW, acima de 250 kW.

Mais uma fraqueza apontada pelos entrevistados consiste no alto custo/investimento necessário para ter um motor gerador.

Martins e Oliveira (2011), com base em seu estudo, concluíram que é viável economicamente a geração de energia elétrica através da utilização do biogás gerado

a partir da biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos, sendo que os resultados evidenciaram que é mais vantajoso o uso desta energia na propriedade rural, substituindo ou reduzindo a compra da energia elétrica distribuída pela concessionária.

Porém, ainda de acordo com os autores,

É imprescindível que a propriedade tenha recursos e instalações que necessitem de uma demanda de energia que justifique o dinheiro empregado na geração com o uso do biogás. Um fator limitante é o número de animais necessário na propriedade rural para produzir resíduos que serão transformados em biogás viabilizando a geração de energia (MARTINS e OLIVEIRA, 2011, p. 485).

Santos e Nardi Jr. (2013) afirmam que a produção energética varia em função do tamanho de cada propriedade, o dimensionamento do biodigestor, o sistema de criação e a quantidade de animais, tornando-se mais recomendável que pequenas e médias propriedades façam uso do biogás no aquecimento de aviários e leitões em creche, secagem de grãos e aquecimento de água.

No entendimento de Mater (2018), em algumas escalas muito pequenas a geração de energia elétrica pode não ser viável, em contrapartida este caso poderia ser contornado se o biogás fosse coletado de diversos produtores e encaminhado para uma central de geração de energia compartilhada.

Outra fraqueza listada pelos entrevistados consiste no fato de uma das integradoras, a qual fornecia manutenção sem custo aos biodigestores, deixar de prestar esse serviço. Isso se deve, como mencionado no tópico acima, à venda da integradora para outro grupo comercial, o qual não deu continuidade ao projeto com biodigestores (BARICHELLO, 2010, 2015). Muitos dos produtores relataram que após este destrato, não prosseguiram com a manutenção dos biodigestores.

Para Bechtold (2010) e Esperancini et al. (2007), a manutenção de equipamentos é imprescindível para sua eficácia e prolongamento da vida útil, de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança e custos adequados.

### c) Oportunidades

Entre as oportunidades, segundo os apontamentos dos entrevistados, encontra-se a redução da emissão de GEE. A fermentação dos dejetos suínos produz

biogás, o qual é composto principalmente por CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> (COELHO, 2000). O CH<sub>4</sub> é considerado 21 vezes mais nocivo para a atmosfera que o CO<sub>2</sub> e, em lagoas anaeróbias, é liberado na forma de gás extremamente leve e altamente prejudicial. No entanto, o biodigestor faz a captação dessa substância, evitando sua liberação na atmosfera e permitindo seu uso como uma fonte de energia (MMA, 2020; MOREIRA et al., 2014; SCHULTZ, 2007).

Outra oportunidade apontada compreende o não impedimento por parte de todas as empresas integradoras estudadas à presença de biodigestores nas propriedades de seus colaboradores. Inclusive, algumas destas empresas oferecem orientações/informações ao produtor que pretende colocar ou possui biodigestor e reconhecem os proveitos desta tecnologia, a ponto de instalarem em suas unidades.

Schultz (2007) alega que uma empresa preocupada com o meio ambiente e que mostra isso no seu dia-a-dia é diferente das demais, tendo poder de atrair novos clientes e oportunidades de negócios, pois faz com que simpatizantes da causa se identifiquem com ela, igualmente assegurando a satisfação dos atuais clientes, os quais sabem que quando utilizam os serviços do empreendimento, estão colaborando com a preservação do meio ambiente e com a melhoria da qualidade de vida.

Em seu estudo, Mariani et al. (2014) defendem que muitas empresas reconhecem o potencial do aproveitamento do biogás como fonte energética. Isso está associado ao impacto do consumo de energia nos custos de produção, motivando a procura por alternativas para a substituição de fontes de energia. Nesse cenário, o biogás se torna atrativo pela sua disponibilidade local e por ser obtido a partir de resíduos que, na maioria das vezes, são subprodutos indesejados.

É importante destacar que uma das empresas integradoras tem a intenção de, em um futuro próximo, oferecer treinamentos quanto ao aproveitamento de resíduos na produção de biogás, geração de energia elétrica e produção de biofertilizante. Como citado pela ABiogás (2015), verifica-se a disponibilidade insuficiente de informação técnica, comercial, legal, organizada e acessível aos atores do setor, exigindo-se um alto grau de “pioneirismo” entre os empreendedores dos projetos de biogás. Considerando a complexidade do setor de biogás, a existência de esforços para combater a falta de informação e conhecimento verdadeiramente pode reduzir as barreiras que reprimem seu desenvolvimento.

Já o Estado do Paraná tem retratado progressos significativos na produção e utilização do biogás e grande parte disso, em conformidade com os entrevistados,

deve-se à formalização de parcerias entre empresas, produtores, Itaipu (via CIBiogás), Copel e prefeituras, o que trouxe importantes repercussões à divulgação do potencial da tecnologia na área rural e à consolidação de conhecimento técnico, gerando frutos (maiores investimentos na produção, captação e distribuição de biogás) principalmente na região Oeste do Paraná (FIEP e SENAI-PR, 2016).

A formação desses convênios tem se constituído numa alternativa, a qual vem ganhando importância neste cenário como forma de somar esforços, suprir deficiências, compartilhar recursos e experiências entre os envolvidos para que possam, em conjunto, melhorar a efetividade no alcance dos seus objetivos complexos e inalcançáveis de forma isolada (MALMEGRIN, 2010; MIGUELETTO, 2001; OLIVEIRA, 2016).

A instauração dessas parcerias permite a elaboração de planos para implantação de usinas de biodigestão. Isso gerará empregos diretos e indiretos, tanto a profissionais capacitados para a concepção, o planejamento e a construção dos empreendimentos, assim como a trabalhadores responsáveis pela operação permanente das plantas, alcançando as diversas esferas da sociedade (FIEP e SENAI-PR, 2016).

Mais uma oportunidade levantada se baseia no órgão regulador de Marechal Cândido Rondon possuir lei específica para a instalação de biodigestores dentro da bacia de manancial, conforme disposto na Lei Complementar nº 81, de 14 de dezembro de 2011, a qual altera o artigo 38 da Lei Complementar Municipal nº 53, de 21 de novembro de 2008, que institui o Plano Diretor do Município de Marechal Cândido Rondon e dá outras providências. A referida lei estabelece que a macrozona de proteção de manancial corresponde à área da Bacia do Arroio Fundo e que nesta, para a construção de melhoria ou de novos empreendimentos suinícolas, sistema de confinamento ou de ordenha de gado (bovinocultura), um dos aspectos a ser cumprido é que o tratamento de dejetos deverá ser efetuado através de biodigestores.

Para Hack et al. (2011), a quantidade e a qualidade das águas são reflexos das atividades humanas existentes na bacia, as quais incluem todas as atividades realizadas por propriedades rurais, industriais, cidades, do desmatamento, da vegetação existente, tipo de solo e a sua forma de uso.

Estudos realizados pela FAO (2005) concluem que as maiores formas de poluição em áreas com intensa produção animal incluem: eutrofização de corpos d'água superficiais, morte de peixes e de outros organismos aquáticos; contaminação

das águas subterrâneas por nitrato e patógenos e conseqüente ameaça às fontes de abastecimento humano; excesso de nutrientes e metais pesados nos solos, depreciando sua qualidade; contaminação das águas e dos solos com patógenos; liberação de amônia, metano e outros gases na atmosfera. Muitas vezes as áreas onde estão situadas as atividades de agropecuária são próximas a nascentes de rio e a mananciais superficiais e subterrâneos e a preservação destes é essencial para que se tenha água de qualidade para todos.

Conforme o relatório de 2015 da UNESCO, o planeta enfrentará um déficit de água de 40% até 2030, o que reafirma a necessidade de gestão, reutilização e adoção de novas técnicas para a preservação deste recurso.

A água potável limpa, segura e adequada é vital para a sobrevivência de todos os organismos vivos e para o funcionamento dos ecossistemas, comunidades e economias. Mas a qualidade da água em todo o mundo é cada vez mais ameaçada à medida que as populações humanas crescem, atividades agrícolas e industriais se expandem e as mudanças climáticas ameaçam alterar o ciclo hidrológico global. (...) Há uma necessidade urgente para a comunidade global – setores público e privado – de unir-se para assumir o desafio de proteger e melhorar a qualidade da água nos nossos rios, lagos, aquíferos e torneiras (ONU ÁGUA, 2010).

Também, dentre as oportunidades mencionadas, apresentou-se o fato do órgão regulador de Cafelândia exigir a implantação de biodigestores em propriedades suinícolas próximas a cidade ou centro populacional, a fim de reduzir o odor gerado por essas.

No Brasil, a região Oeste do Paraná é destaque na produção e industrialização de suínos, com alta concentração de animais e de dejetos produzidos e, conseqüentemente, constitui-se em uma significativa fonte de maus odores. Diante disto, a suinocultura é apontada pelos órgãos reguladores como uma atividade potencialmente poluidora, motivando conflitos entre produtores e a população em geral (ROCHA, 2014).

Belli Filho e Lisboa (1998) encontraram mais de 200 compostos odorantes responsáveis pelos maus odores nos dejetos de suínos (ácidos graxos voláteis, álcoois, aldeídos, aminas, cetonas, éter, fenóis, hidrocarbonetos aromáticos e mercaptanos), os quais, em razão de sua natureza volátil, dispersam-se com facilidade a grandes distâncias, bem como se fixam em cabelos, lã, borracha e sobre a poeira ambiente (HEALY, 1996).

Conforme Classen et al. (1996), o cheiro é mais do que uma percepção do odor, mas um elemento intrínseco da nossa vida emocional e do nosso mundo físico. Impregnados de valores culturais, os odores são utilizados pelas sociedades para definir e interagir com o mundo.

Definido como desagradável e considerado como incômodo quando presente por um período longo de tempo, o odor do suíno e de seus dejetos importuna mais de um indivíduo da comunidade, trazendo um impacto significativo no modo de vida das pessoas (SILVA e MARQUES, 2004; SWEETEN e LEVI, 2000).

Cavalini (1994), Miner (1995) e Mutius (1994) constataram sintomas como depressão, dor de cabeça, náusea, respiração ofegante, tosse e vômito como efeitos decorrentes dos maus odores. Schiffman et al. (1995) verificaram maior confusão mental em pessoas expostas aos odores de suínos. Donham (2000), Odorizzi e Zorzi (2000) e Wing e Wolf (2000) relataram sintomas psicossomáticos, como redução no apetite e no sono, em consequência do incômodo causado pelos maus odores.

Sendo assim, o uso de biodigestores passa a configurar como uma alternativa para o manejo dos dejetos suínos com vistas à implantação de medidas de gestão ambiental que assegurem a produção sem afetar a saúde humana e o meio ambiente.

#### d) Ameaças

Dentre as condições externas desfavoráveis citadas pelos entrevistados tem-se a dificuldade para a venda de energia e créditos de carbono.

Conforme o CIBiogás, o Paraná produz menos de 1% do potencial de geração de energia elétrica por meio do biogás, sendo que o estado tem capacidade para abastecer 4 milhões de residências com o consumo médio de 217 kW/h (HISING, 2018).

Pelo modelo atual, a venda para distribuidoras do excedente de energia gerada não é permitida. Casarin (2018) menciona o posicionamento de Reginaldo Medeiros, presidente executivo da Abracel, o qual reitera que a venda dos excedentes ajudaria a desenvolver um ambiente favorável para os negócios envolvendo o biogás, pois atualmente só é permitido que a micro e minigeração distribuída, realizada pelo próprio consumidor, apenas forneça o excedente de energia para as distribuidoras em troca de uma compensação sobre o consumo.

De acordo com a Copel (2019), a Norma Copel aplicável à conexão de micro e minigeração no sistema de compensação é a NTC 905200 e, conforme as regras

estabelecidas pela Resolução ANEEL nº 482/2012, modificada pelas Resoluções Normativas ANEEL nº 687/2015 e nº 786/2017, é permitido aos consumidores instalar geradores de pequeno porte em suas unidades consumidoras e utilizar o sistema elétrico da Copel para injetar o excedente de energia, que será convertido em crédito de energia válido por 60 meses.

Estes créditos poderão ser utilizados para abater o consumo da própria unidade consumidora nos meses seguintes ou de outras unidades consumidoras, que precisam estar previamente cadastradas para esse fim e atendidas pela mesma distribuidora (Copel), cujo titular seja o mesmo da unidade com sistema de compensação de energia elétrica, possuidor do mesmo CPF ou CNPJ junto ao Ministério da Fazenda. Outra forma para adicionar unidades consumidoras para o abatimento do consumo é através de empreendimento com múltiplas unidades consumidoras ou geração compartilhada (COPEL, 2019).

Aliado a isso, tem-se o baixo preço pago nos últimos anos pela tonelada de CO<sub>2eq</sub>, fruto de um cenário de incertezas. Diversos autores pressupõem que a falta de uma melhor regulamentação para consolidar o biogás como vetor econômico prejudica o desenvolvimento e a popularização da tecnologia, privando produtores e consumidores de aproveitarem as vantagens com a cadeia do biogás (CHIARETTI, 2018; FIEP e SENAI-PR, 2016; HISING, 2018; JOAQUIM, 2017; MACEDO, 2010; ZANETTE, 2009).

Sendo assim, a evolução no âmbito legal pode resultar no desenvolvimento deste setor, a fim de que ele flua de forma mais constante e segura, e para que não se perca o interesse neste mercado tão valioso para a sustentabilidade econômica (CANCELLI, 2013).

Foi considerado também como ponto fraco a falta de incentivos à produção de biogás por parte da companhia de energia.

Moreira (2018) sustenta que a questão da micro e minigeração de energia distribuída está cercada de polêmicas e interesses divergentes. Conforme vídeo divulgado nas redes sociais, a Aneel menciona que “a geração distribuída traz como consequência uma redução do mercado da distribuidora, o que diminui a remuneração da concessionária e pode traduzir-se como um custo para os demais consumidores”, devido, segundo a agência reguladora, ao consumidor que gera sua própria energia não estar pagando pela utilização da rede elétrica, o que, conseqüentemente, levaria a um aumento da tarifa dos demais consumidores não possuidores de geração

própria, pois pagariam pela parcela do uso da rede (INEE, 2001; PORTOGENTE, 2019).

Kolozzuk e Sauaia (2018) indicam que a GD está incomodando grandes grupos econômicos no setor elétrico por motivos financeiros, pois ao empoderar os consumidores e transformá-los em produtores independentes e ativos de sua própria energia renovável, a GD coloca em cheque as receitas e lucros de distribuidoras. Os autores também alegam a presença de um forte lobby, formado por entidades que representam as distribuidoras, as quais tem pressionado as autoridades a fim de dificultar a dinamização do mercado, em especial sistemas de GD têm sido alvo de pesadas investidas.

Outra ameaça abordada fundamenta-se na falta de incentivo por parte do governo para a utilização dessa tecnologia.

Mariani et al. (2014, p. 2) apontam que para atingir o aproveitamento efetivo do biogás, este precisa se tornar competitivo com outras fontes tradicionais de energia, especialmente as fontes fósseis.

Para contribuir nesse processo, é necessário que se criem políticas públicas de incentivo para produção e uso do biogás, da mesma maneira que tem sido realizado com outras energias renováveis, como a eólica e a fotovoltaica, até que as tecnologias evoluam ao ponto de os riscos de investimento se igualem ao das tecnologias de energias já consolidadas no mercado brasileiro.

Na Europa, os mecanismos mais corriqueiros de incentivos governamentais para a implantação de plantas de biogás são: tarifas feed-in (tarifas mais favoráveis), isenções fiscais e subsídios de investimentos (IEA BIOENERGY, 2017).

Atualmente, uma das barreiras a ser enfrentada, segundo os entrevistados, deve-se aos sistemas energéticos envolvendo o biogás possuírem custos elevados, em contrapartida, proporcionam diversos ganhos ambientais importantes e por isso precisam de mecanismos de financiamento para garantir que sejam adotados. Como indicado por Mariani et al. (2014), uma política que estimule a utilização do biogás necessitará disponibilizar linhas específicas para financiar os empreendimentos, compreendendo desde a instalação até a operação e manutenção das plantas de biogás.

Durante muito tempo as fontes de financiamento no país estiveram atreladas aos benefícios que a produção de biogás promovia no âmbito das mudanças

climáticas e da agricultura familiar, sendo assim, era necessário aproveitar linhas já existentes e adequá-las às características dos projetos com biogás, mas hoje também estão disponíveis linhas relacionadas aos benefícios energéticos dele decorrentes.

No ano de 2017, o Programa Agro Energia do Banco do Brasil foi lançado com o objetivo de investir na produção de energia limpa e renovável em atividades de agronegócio, possibilitando a redução dos custos de produção, autossuficiência na geração de energia, transferência de tecnologia ao campo, manutenção de renda e ampliação dos negócios com o setor agropecuário, com a implantação de usinas de energia solar, eólica e biomassa (BB, 2019).

O Banco do Brasil estima o investimento de até R\$ 1 bilhão nos próximos anos na região Oeste do Paraná e as linhas de crédito serão usadas para a instalação de biodigestores, compra de geradores e integração das propriedades agrícolas à rede elétrica. Para obter o financiamento, é necessário que os projetos tenham até 1 MW. As exigências e necessidade de documentação e comprovações são diferenciadas conforme a linha de crédito, sua finalidade, porte do produtor, itens a serem financiados, entre outras (CIBIOGÁS, 2017; PTI, 2017).

Entretanto, de acordo com Lima (2018), o assessor do ISA, Ciro Campos, critica a linha de crédito ofertada pelos bancos, pois considera os valores exageradamente altos, o que torna os financiamentos inviáveis:

[...] a viabilidade econômica está assegurada para que qualquer pessoa consiga comprar, mas os juros altos impossibilitam. Geralmente ficam em torno de R\$ 30 mil a 50 mil, o valor de um carro popular. O que deveria ser feito é uma linha de crédito feita pelo Governo.

Também foi considerada ameaça a falta de incentivo por parte das integradoras à tecnologia da biodigestão anaeróbia.

Do ponto de vista de Miele e Waqui (2007) e Perin et al. (2006), as crescentes exigências do mercado consumidor, sobretudo o externo, não somente em relação à qualidade do produto, mas também à forma como ele é obtido, tem estimulado mudanças na relação das empresas integradoras com os suinocultores. A fim de atender tais exigências de mercado, as integradoras têm procurado melhorar a qualidade das condições ambientais, sociais e econômicas, oferecendo uma espécie de bonificação (incentivo) aos produtores que atendem aos critérios por elas estabelecidos, levando em conta vários fatores, entre eles: estrutura (instalações e

equipamentos), pessoas (atitudes e comportamentos), vetores, produtividade, entre outros.

Entretanto, de acordo com os entrevistados, estes incentivos não agregam biodigestores. Hoje, as bonificações voltadas à destinação dos dejetos estão condicionadas apenas ao produtor apresentar esterqueira estabilizada.

Segundo Ray Anderson, em entrevista,

[...] se as empresas não se engajarem, quando têm tanta influência tanto para o bem quanto para o mal, e não fizerem coletivamente uma correção de rumo como um sistema industrial, será o fim para a humanidade. É apenas uma questão de tempo (MAZUR e MILES, 2010, p. 13).

Mais uma ameaça abordada está atrelada às integradoras não oferecerem, até então, treinamento prévio quanto ao aproveitamento dos resíduos na produção de biogás, geração de energia elétrica e produção de biofertilizante.

Guivant (1998), em seu estudo, enfatiza que as integradoras se voltam principalmente à necessidade de expansão e modernização, porém possuem um envolvimento limitado no treinamento dos produtores.

FIEP e SENAI-PR (2016) afirmam que esta é uma das grandes limitações à expansão do setor de biogás nacional: a falta de pessoal preparado em todas as etapas do processo de biodigestão, desde o planejamento do empreendimento, operação e manutenção, até o uso dos produtos obtidos. A responsabilidade pelas plantas é diversa, pois em empreendimentos de menor porte o gerenciamento geralmente é feito pelo próprio produtor, muitas vezes não detentor de conhecimentos técnicos aprofundados sobre a biodigestão, já em instalações altamente automatizadas, essa atividade fica a cargo de técnicos especializados.

Diante disso, a capacitação manifesta-se como quesito extremamente importante e, para que isso se concretize, é interessante a reunião de informações técnicas disponíveis em cursos e treinamentos confiáveis, a fim de se multiplicar as experiências bem-sucedidas (FIEP e SENAI-PR, 2016).

Dentre as ameaças, a ausência, por parte de empresas integradoras, de exigência de biodigestor nas propriedades suinícolas integradas também foi apontada como problema. O que se observa atualmente é uma concorrência entre o sistema de esterqueiras e os biodigestores, visto que aquele apresenta uma tecnologia similar, porém é mais simples e barato e, portanto, acaba muitas vezes sendo selecionado.

Kunz (2005) e Moraes (2012) inferem que a utilização de esterqueiras para armazenagem de dejetos animais é uma alternativa de baixo custo e tem como finalidade impedir que os dejetos infiltrem no solo, contaminando os cursos d'água subterrâneos e/ou superficiais.

A esterqueira possibilita a fermentação do esterco, reduzindo assim seu poder poluidor e permitindo seu aproveitamento como fertilizante. Além disso, durante a fase de curtimento, a elevada temperatura proveniente da fermentação destrói a maioria das sementes de pragas e germes causadores de doenças (FREITAS, 2008). Porém, durante a degradação, o dejetos libera gases responsáveis pela geração de odores, principalmente nos meses de verão, quando o aumento da temperatura ambiente favorece a atividade biológica e a volatilização de gases (KUNZ et al., 2004).

Em contrapartida e requerendo um investimento maior, o biodigestor é basicamente um tanque isolado do contato com o solo e com o ar atmosférico, em que a matéria orgânica contida nos efluentes é metabolizada por micro-organismos anaeróbios, sendo que o impasse com emissão de gases, mau cheiro e criação de moscas é minimizado por ser um sistema fechado (LUCAS JR. e SANTOS, 2000).

Para Lucas Jr. e Santos (2000, p. 29), o uso de biodigestores rurais é provavelmente o processo mais viável para conversão de esterco em energia e biofertilizante.

A utilização dos biodigestores nas propriedades rurais necessita destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes. O aspecto do saneamento surge no instante em que isolam os resíduos do homem e dos animais, proporcionando diminuição de moscas e odores, permitindo também a redução da contaminação do solo e da água.

Moraes (2012, p. 01) ainda menciona que “a utilização adequada dos dejetos nas pequenas e grandes propriedades rurais é um grande passo para a atividade sustentável, trazendo ganhos relevantes para a atividade, aos trabalhadores rurais e ao meio ambiente”.

Evidenciou-se também como ameaça o caso de alguns dos órgãos não possuírem legislação(ções) ou norma(s) específica(s) para tecnologia de biodigestores.

Observa-se que os órgãos ambientais da maior parte dos municípios não enxergam os benefícios ambientais dos biodigestores e preferem não interferir nem promover a tecnologia do biodigestor ao invés das esterqueiras.

A produção de suínos somente será sustentável, de acordo com Abbozzo et al. (1996) e Honeyman (1996), se melhorar ou ao menos manter a qualidade do ambiente, dos recursos naturais, de vida dos produtores, da carne produzida e da sociedade. Portanto, para garantir o êxito a longo prazo, é fundamental que as dimensões ambiental, social e econômica da produção de suínos sejam seriamente consideradas nas granjas, nas comunidades rurais, pelos consumidores e no ecossistema.

Finalmente, mas não menos importante, outra ameaça identificada se refere ao órgão regulador (IAP) possuir deficiência de pessoal para realizar as atividades de acompanhamento e fiscalização da atividade de suinocultura, e a capacidade técnica presente na iniciativa privada necessitar ser melhor capacitada para atuar na assistência técnica dos suinocultores.

Em 2011, segundo registro do Jornal Gazeta do Povo, o IAP sofria com problemas de número reduzido de funcionários e estrutura deficitária, com demandas cada vez maiores e responsabilidade de exercer várias funções, o que acarretava deficiência na fiscalização, logo, poucas autuações de infração e aplicação de penalidades (GONÇALVES, 2011).

No ano de 2011 haviam 582 funcionários trabalhando na fiscalização e na administração do órgão em todo o estado (GONÇALVES, 2011). Hoje a situação se mantém, já que há 460 servidores ativos, segundo consulta realizada no Portal da Transparência (PARANÁ, 2020).

A reportagem intitulada “Sem concurso público, Instituto Ambiental do Paraná (IAP) beira o colapso”, do site de notícias Brasil de Fato, relata que o IAP nunca teve concurso público, nem mesmo quando foi criado, em 1992, e seu quadro funcional é composto por servidores vindos da fusão entre a SUREHMA e o ITCF, os quais tiveram seus últimos concursos em 1988 e 1990, respectivamente. Para o RH do órgão, este quadro se agrava com a aproximação do tempo de aposentadoria dos servidores, uma vez que a maioria dos funcionários concursados já tem os requisitos para se aposentar (GHISI, 2017).

Paralelamente, tem-se a falta de capacitação de técnicos, o que reduz a produtividade do Instituto. Para Lins (2011), quando ocorrem treinamentos, os

indivíduos adquirem habilidades teóricas e técnicas imprescindíveis para sua atividade profissional, repercutindo em melhores resultados para a entidade, o que demonstra a importância desse investimento.

Ferraz e Motta (2002) defendem que é importante a implementação de mudanças, porque se isto não ocorrer, investir na melhoria do meio ambiente não será considerada uma estratégia prioritária para a maioria dos produtores, pois a probabilidade de detecção de uma violação ambiental e de aplicação de sanções ainda será relativamente baixa, especialmente em pequenas propriedades.

## **5 CONCLUSÃO**

Os produtores, as empresas integradoras e os órgãos reguladores pesquisados identificaram 21 pontos considerados como forças e destaques, destacaram-se os relacionados com o biofertilizante, questões ambientais e energia. Já se tratando das fraquezas, foram elencados quatro pontos, os quais são pertinentes à falta de uso do biogás e de retorno econômico, custos e manutenção.

Dentre as oportunidades, constataram-se nove pontos, cujas ênfases envolvem atividades de gestão e integração, convênios e apoios, benefícios ambientais e legislações ambientais favoráveis. Em relação às ameaças, foram indicados 10 pontos, que evidenciaram a falta de incentivos governamentais e das próprias integradoras, assim como legislações desfavoráveis ou inexistentes.

Observando-se os itens listados acima, verifica-se que as forças e oportunidades se sobressaem em relação às fraquezas e ameaças e que mesmo com a confirmada capacidade do biogás em atender tanto a demanda por energia elétrica quanto a térmica ou mecânica, em larga escala, as iniciativas brasileiras que poderiam garantir essa produção ainda são tímidas.

É fundamental que os governos nas esferas municipal, estadual e federal sinalizem uma proposta para este setor, a qual envolva desde a regulamentação até a criação de incentivos, visando a sustentabilidade da atividade. Além disso, é necessário que as empresas integradoras viabilizem a conexão entre a cadeia produtiva da suinocultura e a do biogás e que estejam sempre abertas a desenvolverem ações para que haja uma maior interseção entre essas duas cadeias.

Assim sendo, a obtenção do diagnóstico a partir da matriz SWOT se revelou como uma ferramenta apropriada e benéfica para caracterização das perspectivas da tecnologia da biodigestão anaeróbia na suinocultura na região estudada, além de permitir uma análise global, visto que auxiliou na identificação do potencial ofensivo, indicando as forças a serem trabalhadas para que as oportunidades disponíveis pudessem ser alcançadas. Ao mesmo tempo, mostrou a vulnerabilidade do sistema, apontando para as fraquezas que necessitavam ser reduzidas ou eliminadas de forma a minimizar as ameaças a que a atividade estava exposta, as quais poderiam levá-la a sucumbir.

## REFERÊNCIAS

ABBOZZO, P.; BOGGIA, A.; BRUNETTI, M. Environmental quality and hog production. **Environmental Monitoring and Assessment**, Netherlands, v. 41, p. 171-82, 1996.

ABIOGÁS – Associação Brasileira de Biogás e Biometano. **Proposta de Programa Nacional do Biogás e do Biometano PNBB**. São Paulo: ABiogás, versão 1, 2015. Disponível em: <<http://www.energiaeclima.com.br/wp-content/uploads/2017/Biogas.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2019.

AIRES, A.M.A. **Biodigestão anaeróbia da cama de aviários de corte com ou sem separação das frações sólida e líquida**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

ALMEIDA, D.M.; SILVEIRA, F.S.; CARVALHO, L.; MARTINS, L.A.; SANTOS, J.D. Análise SWOT com foco ambiental da atividade de suinocultura em uma propriedade rural localizada no município de Campina da Lagoa/PR. **In: VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, Ponta Grossa, 2017.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília: Aneel, 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília: Aneel, 2015.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa nº 786, de 17 de outubro de 2017**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília: Aneel, 2017.

ARTHUR, R.; BAIDOO, M.F.; ANTWI, E. Biogas as a potential renewable energy source: a Ghanaian case study. **Renewable Energy**, v. 36, issue 5, p. 1510-1516. 2011.

BANCO DO BRASIL S/A. **Programa Agro Energia do Banco do Brasil**. 2019. Disponível em: <[https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio--produtos-e-servicos/agronegocio-sustentavel/programa-agro-energia#/>. Acesso em: 30 mai. 2019.](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio--produtos-e-servicos/agronegocio-sustentavel/programa-agro-energia#/)

BARICHELLO, R. **O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor**: um estudo de caso da região noroeste do Rio Grande do Sul. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Santa Maria, 2010.

\_\_\_\_\_. **Concepção de condomínios de agroenergia**: análise e proposta de metodologia para aplicação em áreas de concentração da suinocultura. 2015. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2015.

BECHTOLD, M.J. **Manutenção mecânica**. SENAI/SC: Florianópolis, 2010.

BELLI FILHO, P.; LISBOA, H.L. Avaliação de emissões odorantes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 101-106, 1998.

BEZERRA, S.A. **Gestão ambiental da propriedade suinícola**: um modelo baseado em um biosistema integrado. 2002. 270 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2002.

BIANCO, J.; MORITA, C.Y.; GARBELINI, G.S.; STOCO, M.C.M. Fatores críticos à competitividade da soja: a questão dos transgênicos. 2005. **In**: XLIII Congresso da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Ribeirão Preto.

BIASI, C.A.F.; MARIANI, L.F.; PICINATTO, A.G.; ZANK, J.C.C. **Energias renováveis na área rural da Região Sul do Brasil**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2018. 202 p.

BLEY JR., C. **Biogás: a energia invisível**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: CIBiogás; Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2015.

CANCELLI, T. **Geração de energia a partir do biogás de estações de tratamento de esgoto doméstico**. 2013. 20 f. Trabalho de Conclusão (Especialização em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CANELA, G.C. **Construção e operação de um biodigestor rural no PAEDA**. 2006. 58 f. Monografia - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2006.

CASARIN, R. Sistema de crédito pode ser risco ao avanço da microgeração de energia. DCI - **Diário Comércio Indústria & Serviços**, 2018. Disponível em: <<https://www.dci.com.br/industria/sistema-de-credito-pode-ser-risco-ao-avanco-da-microgerac-o-de-energia-1.735891>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

CASTRO, L.R.; CORTEZ, L.A.B., Influência da temperatura no desempenho de biodigestores com esterco bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 1, v. 2, 1998.

CAVALINI, P.M. Industrial odorants: The relationship between modeled exposure concentrations and annoyance. **Archives of Environmental Health**, The Netherlands, v. 49, n. 5, p. 344-351, 1994.

CHIARETTI, D. Governança ineficiente dificulta a criação de mercado de créditos de carbono no país. **Valor Econômico**, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/brasil/5607001/governanca-ineficiente-dificulta-criacao-de-mercado-de-creditos-de-carbono-no-pais>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

CIBILOGÁS - Centro Internacional de Energias Renováveis–Biogás. **Quem somos**. 2020. Disponível em: <[https://cibiogas.org/quem\\_somos](https://cibiogas.org/quem_somos)>. Acesso em: 03 jan. 2020.

\_\_\_\_\_. **Banco do Brasil destina R\$ 1 bilhão em créditos para o biogás no Oeste do Paraná**. 2017. Disponível em: <<https://cibiogas.org/content/banco-do-brasil-destina-r-1-bilh%C3%A3o-em-cr%C3%A9ditos-para-o-biog%C3%A1s-no-oeste-do-paran%C3%A1>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

CLASSEN, C.; HOWES, D.; SYNNOTT, A. **Aroma: a história cultural dos odores**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996. 248 p.

COELHO, S.T. (coord. téc.). **Medidas mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica**. São Paulo: Aneel/Cenbio/Pnud, 218 p. 2000.

COLDEBELLA, A. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Cascavel, 2006.

COPEL - Companhia Paranaense de Energia. **Micro e Minigeração – Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. 2019. Disponível em: <<https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Frural%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FB57635122BA32D4B03257B630044F656>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

\_\_\_\_\_. NTC 905200. Normas Técnicas Copel. **Acesso de micro e minigeração distribuída ao sistema da Copel (com compensação de energia)**. Curitiba: Companhia Paranaense de Energia Elétrica, 2014, revisão: 2018.

COSTA, D.F. **Geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento de esgoto**. 2006. 194 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CRAVEIRO, A.M.; LA IGLESIA, M.R.de; HIRATA, Y.S. **Manual de biodigestores rurais**. São Paulo: Ipt, 1982. 61 p.

DENCKER, A.F.M. **Métodos e técnicas de pesquisa em turismo**. 4. ed. São Paulo: Futura, 2000.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. Biogas from waste and renewable resources: an introduction. **WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA**, Weinheim. 2008.

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa** - Embrapa Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS (BIPERS), a. 10, n. 14, 2002.

DONHAM, K.J. The concentration of swine production. Effects on swine health, productivity human health, and the environment. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, 3 ed., p. 559-597. 2000.

ESPERANCINI, M.S.T.; COLEN, F.; BUENO, O.C.; PIMENTEL, A.E.B.; SIMON, E.J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 1, p. 110-118. 2007.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Pollution from industrialized livestock production**. 2005.

FERRAZ, C.; MOTTA, R.S. **Regulação, mercado ou pressão social?** Os determinantes do investimento ambiental na indústria. Rio de Janeiro: IPEA, 2002. 17 p.

FIEP - Federação das Indústrias do Estado do Paraná; SENAI-PR - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Oportunidades da cadeia produtiva de biogás para o estado do Paraná**. Curitiba: Senai/PR. 2016.

FREITAS, J.Z. **Manual Técnico Programa Rio Rural 04**. SEAPPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento. 2008.

GALINKIN, M.; BLEY, C. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2 ed. rev. Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, TechnoPolitik Editora, 2009. 140 p.

GALVÃO, F.H.F. **Agricultura familiar: planejamento, lógicas produtivas, economicidade e sustentabilidade**. 2017. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

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 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GHISI, E. Sem concurso público, Instituto Ambiental do Paraná (IAP) beira o colapso. Meio Ambiente, **Brasil de Fato**, Curitiba, 2017. Disponível em:

<<https://www.brasildefato.com.br/2017/12/07/sem-concurso-publico-instituto-ambiental-do-parana-iap-beira-o-colapso/>>. Acesso em: 23 mai. 2019.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas S.A. 2008.

\_\_\_\_\_. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A. 1996.

GONÇALVES, J. Só 4% dos autos de infração do IAP resultaram em multa. Meio Ambiente, **Gazeta do Povo**, Londrina, 2011. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/so-4-dos-autos-de-infracao-do-iap-resultaram-em-multa-56c60nkvdhfoqy885ls2jvwwe/>>. Acesso em: 23 mai. 2019.

GONÇALVES JR., A.C.; POZZA, P.C.; NACKE, H.; LAZZERI, D.B.; SELZLEIN, C.; CASTILHA, L.D. Homogeneização e níveis de metais em dejetos provenientes da bovinocultura de leite. **Acta Science Technology**, v. 29, n. 2, p. 213-217, 2007.

GUIVANT, J.S. Conflitos e negociações nas políticas de controle ambiental: o caso da suinocultura em Santa Catarina. **Ambiente & Sociedade**, a. 1, n. 2, p. 101-123, 1998.

HACK, E.C.; SATURNINO, P.M.F.C.; MEINERZ, C.C.; NACKE, H.; ASSI, L.; GONÇALVES JR., A. Geração de resíduos provenientes da suinocultura na região Oeste do Paraná: um caso de insustentabilidade. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 2, p. 21-36, 2011.

HEALY, A. **Contribution à l'étude comparative des nuisances olfactives émanant des élevages de porcs sur lisier ou sur litière biomâîtrisée**. 1996. 94 p. Thèse (Doctorat Vétérinaire) - ECOLE Nationale Veterinaire d'Alfort, Alfort, 1996.

HISING, E. Paraná produz menos de 1% do potencial energético em biogás, diz instituto. **G1 PR**, Curitiba, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/parana-produz-menos-de-1-do-potencial-energetico-em-biogas-diz-instituto.ghtml>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

HONEYMAN, M.S. Sustainability issues of U.S. swine production. **Journal of Animal Sciences**, Ames, v. 74, p. 1410-1417, 1996.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná/DIRAM - Diretoria de Controle de Recursos Ambientais. **Instrução Normativa 105.006**, de 23 de junho de 2009. Estabelecer as características dos empreendimentos, critérios - inclusive locacionais e técnicos, procedimentos, trâmite administrativo, níveis de competência e premissas para o Licenciamento Ambiental de Empreendimentos de Suinocultura. Curitiba, 2009.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. **Agronegócio do Paraná: perfil e características das demandas das cadeias produtivas**. Londrina: IAPAR, 2000.

IEA BIOENERGY. **IEA Bioenergy Task 37**. 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IEA%20Bioer%20T37CRS%202017\\_Final.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IEA%20Bioer%20T37CRS%202017_Final.pdf)>. Acesso em: 06 jan. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Regional**. 2010. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default\\_div\\_int.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm)>. Acesso em: 12 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Produção da Pecuária Municipal 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/16547>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Ranking - Todos do Brasil por efetivo do rebanho em cabeças**. 2019a. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/pecuaria.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html)>. Acesso em: 28 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Em 2018, abate de bovinos e suínos continua em alta**. 2019b. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23989-em-2018-abate-de-bovinos-e-suinis-continua-em-alta>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. Diretoria de Pesquisas – DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2019**. 2019c. Disponível em: <[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/7d410669a4ae85faf4e8c3a0a0c649c7.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/7d410669a4ae85faf4e8c3a0a0c649c7.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

\_\_\_\_\_. **População do Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 04 jan. 2020.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. **Notas sobre geração distribuída**. 2001. 23 p.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relação dos municípios segundo as regiões geográficas do Paraná**. 2012.

ITAIPU BINACIONAL. **Relatório Anual 2017**. 2017. Disponível em: <[https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/u26/RELATORIO%20ITAIPU%202017\\_27abril.pdf](https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/u26/RELATORIO%20ITAIPU%202017_27abril.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2019.

JOAQUIM, J.M.S. A necessária regulamentação do mercado de carbono: segurança jurídica e mecanismo de defesa ambiental. **Revista Âmbito Jurídico**, 2017. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=18614&revista\\_caderno=5](http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=18614&revista_caderno=5)>. Acesso em: 29 mai. 2019.

KOLOSZUK, R.; SAUAIA, R. **Por que querem impedir o crescimento da energia solar fotovoltaica?** ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. 2018. Disponível em: <<http://absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/por-que-querem-impedir-o-crescimento-da-energia-solar-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

KUMMER, L. **Metodologia participativa no meio rural: uma visão interdisciplinar.** Conceitos, ferramentas e vivência. Salvador: GTZ, 2007.

KUNZ, A. Impactos sobre a disposição inadequada de dejetos de animais sobre a qualidade das águas superficial e subterrâneas. **In: Simpósio Nacional Sobre Uso da Água na Agricultura.** Anais... Passo Fundo: UPF, 2006. p.1-6.

KUNZ, A.; HIGARASHI, M.M.; OLIVEIRA, P.A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665. 2005.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.; HIGARASHI, M.M.; SANGOI, V. Recomendações técnicas para uso de esterqueiras para a armazenagem de dejetos de suínos. **Comunicado Técnico**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, n. 361, p. 1-4, 2004.

LIMA, A.P. Bancos oferecem linhas de crédito para compra de equipamentos. **Folha de Boa Vista**, Roraima, 2018. Disponível em: <<https://folhabv.com.br/noticia/Bancos-oferecem-linhas-de-credito-para-compra-de-equipamentos/44937>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

LINDON, D.; LENDREVIE, J.; LÉVY, J.; DIONÍSIO, P.; RODRIGUES, J. **Mercator XXI Teoria e prática do Marketing**, 10 ed., Lisboa: Dom Quixote, 2004.

LINS, L.M. Educação, qualificação, produtividade e crescimento econômico: a harmonia colocada em questão. **In: I Circuito de Debates Acadêmicos.** Anais... Brasília: IPEA, 2011.

LINS, L.P.; MITO, J.Y.L.; FERNANDES, D.M. Composição média do biogás de diferentes tipos de biomassa. **In: IV Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais.** 2015.

LUCAS JR., J.; SANTOS, T.M.B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. **In: Anais do Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola.** Concórdia: CNPSA, p. 27-43, 2000.

MACEDO, L.V. (Coord.). **Manual para aproveitamento do biogás: efluentes urbanos**, v. 2. ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, Escritório de projetos no Brasil, São Paulo, 2010.

MADUREIRA, E.M.P. **Análise das principais cadeias de produção agropecuárias no processo de crescimento econômico do Oeste do Paraná: 1985 – 2010.** 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012.

MAINIER, F.B.; VIOLA, E.D.M. O sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) e o meio ambiente. **In: II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, p. 612-618, 2005.

MALMEGRIN, M.L. **Redes públicas de cooperação em ambientes federativos.** Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; Brasília: Capes, UAB, 2010.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON. **Lei Complementar nº 81, de 14 de dezembro de 2011**. Altera o artigo 38, da Lei Complementar Municipal nº 053/2008, que institui o Plano Diretor do Município de Marechal Cândido Rondon e dá outras providências. Marechal Cândido Rondon, 2011.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 53, de 21 de novembro de 2008**. Institui o Plano Diretor do Município de Marechal Cândido Rondon e dá outras providências. Marechal Cândido Rondon, 2008.

MARIANI, L.; CAVALIERO, C.K.N.; BLEY JR., C.J.; GOMES, A.C.A.; MITO, J.Y.L. Políticas públicas e privadas de incentivo ao uso do biogás na matriz energética. **In: IX Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**. 2014.

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

MATER, A. **Biogás da suinocultura, onde não podemos errar mais**. Biomassa & Bioenergia. Gessulli Abribusiness. 2018. Disponível em: <<https://www.biomassabioenergia.com.br/imprensa/biogas-da-suinocultura-onde-nao-podemos-errar-mais/20180710-085433-g842>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

MAZUR, L.; MILES, L. **Conversas com os mestres da sustentabilidade**. São Paulo: Editora Gente, 2010.

MENDONÇA, E.F. **Tratamento anaeróbio de efluentes oriundos da bovinocultura de leite em biodigestor tubular**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2009.

MIELE, M. **Contratos, especialização, escala de produção e potencial poluidor na suinocultura de Santa Catarina**. 2006. 286 p. Tese (Doutorado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MIELE, M. WAQUI, P.D. Estrutura e dinâmica dos contratos na suinocultura de Santa Catarina: um estudo de casos múltiplos. **Estudos Econômicos**, v. 37, n. 4, São Paulo. 2007.

MIGUELETTO, D.C.R. **Organizações em rede**. 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Escola Brasileira de Administração Pública, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2001.

MINER, J.R. **A review of the literature on the nature and control of odors from pork production facilities**. National Pork Producers Council, Iowa, 1995. 22 p.

MIRANDA, A.P.; AMARAL, L.A.; LUCAS JUNIOR, J. Influência da temperatura na biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos e suínos. **In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** - Universidade do Vale do Paraíba, p. 2928-2931, 2006.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Efeito estufa e aquecimento global**. 2020. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/comissao-nacional-de-florestas/reuni%C3%B5es/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

MORAIS, J. **Utilização de dejetos**: vantagem econômica e responsabilidade ambiental. Dica do Técnico. CCPR - Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais. 2012.

MOREIRA, D. Aneel quer taxar ainda mais a geração de energia solar. SEESP – **Sindicato dos Engenheiros no Estado de São Paulo**. 2019. Disponível em: <<http://www.seesp.org.br/site/index.php/comunicacao/noticias/item/18090-aneel-quer-taxar-ainda-mais-a-geracao-de-energia-solar>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

MOREIRA, T.S.; CARVALHO, R.F.; CASSIANO, E.C.O.; VAZQUEZ, D.C.Z.; NOGUEIRA, R.G.S.; PAUCAR, L.C.; PERNA JR., F.; RODRIGUES, P.H.M. Utilização de biodigestores como alternativa para o tratamento dejetos oriundos da produção animal. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**. 2014, 24 p.

MOURA, A.D.; LÍRIO, V.S.; SILVA JR., A.G.; ROCHA, D.T.; JUNQUEIRA, B.A. Condicionantes da competitividade da cadeia de produção suinícola na região de Pará de Minas – MG. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 4, n. 3, 2006.

MUTIUS, E.; MARTINEZ, F.D.; FRITZSCH, C.; NICOLAI, T.; ROELL, G.; THIEMANN, H.H. Prevalence of asthma and atopy in two areas of West and East Germany. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 149, p. 385-364, 1994.

NEUMANN, C.; SCALICE, R.K. **Projeto de fábrica e layout**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NOGUEIRA, L.A.H. **Biodigestão**: a alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1986. 93 p.

ODORIZZI, G.; ZORZI, G. Odour impact assessment from composting activity by olfactometric Analysis. In: International Symposium on Sanitary and Environmental Engineering. Trento: SIDISA, 2000. p. 277-283.

OLIVER, A.P.M. (org.). **Manual de treinamento em biodigestão**. 2008. 23 p.

OLIVEIRA, G. **A experiência da usina de Itaipu na articulação de redes de cooperação para promoção do desenvolvimento regional sustentável**. 2016. 78 f. Trabalho (Especialização em Gestão Pública) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

OLIVEIRA, P.A.V. Produção e aproveitamento do biogás. In: OLIVEIRA, P.A.V. (coord.). **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos**: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa suínos e aves, cap. 4, p. 42-55, 2004.

\_\_\_\_\_. Sistema de produção de suínos em cama sobreposta “deep bedding. In: 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, Gramado, 2001.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Perspectivas Mundiais de população 2019:** Destaques. 2019. Disponível em: <[https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf)>. Acesso em: 09 dez. 2019.

ONU ÁGUA - Organização das Nações Unidas-Água. **Declaração da “ONU Água” para o Dia Mundial da Água 2010.** 2010. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 07 fev. 2020.

PARANÁ. **Mapa Mesorregião Oeste.** 2016. Disponível em: <[http://www.cidadao.pr.gov.br/arquivos/Image/plano\\_de\\_governo/mapa15.gif](http://www.cidadao.pr.gov.br/arquivos/Image/plano_de_governo/mapa15.gif)>. Acesso em: 12 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Resolução SEMA nº 31, de 24 de agosto de 1998. Dispõe sobre licenciamento ambiental, autorização ambiental e outros procedimentos. Curitiba (PR): **Diário Oficial do Estado**, 1998.

\_\_\_\_\_. **Portal da Transparência do Estado do Paraná.** 2020. Disponível em: <<http://www.transparencia.pr.gov.br/pte/pessoal/relacao-servidores?windowId=834>>. Acesso em: 06 jan. 2020.

PECORA, V. **Implementação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP:** Estudo de caso. 2006. 153 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V.O.; KUNZ, A. **Sistema de tratamento de dejetos de suínos:** inventário tecnológico. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 87 p.

PERIN, E.; VIEIRA, J.A.N.; LOVATO, L.F.; FRANCESCHI, L. **Sistemas de referências para a agricultura familiar no Sudoeste Paranaense:** SR 5. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). Pato Branco, 2006. 8 p.

PILLON, C.N.; MIRANDA, C.R.; GUIDONI, A.L.; COLDEBELLA, A.; PEREIRA, R.K. Diagnóstico das propriedades suinícolas da área de abrangência do Consórcio Lambari, SC. **Documentos**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, n. 84, 33 p. 2003.

PLAIXATS, J.; BARCELO, J.; GARCIA-MORENO, J. Characterization of the effluent residue from anaerobic digestion of pig excreta for its utilization as fertilizer. **Agrochimica**, v. 32, n. 2-3, p. 236-239, 1988.

PLATAFORMA DE BOAS PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Produção e uso de biogás na pequena propriedade rural (02 B).** Plataforma de Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável. 2019. Disponível em: <<http://www.boaspraticas.org.br/index.php/pt/areas->

tematicas/energias-renovaveis/262-producao-e-uso-de-biogas-na-pequena-propriedade-rural>. Acesso em: 19 jun. 2019.

PORTOGENTE. **Polêmica envolve discussão de regras de microgeração de energia**. 2019. Disponível em: <<https://portogente.com.br/noticias/transporte-logistica/106076-vantagens-do-biogas-para-a-geracao-eletrica>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

PTI – Parque Tecnológico Itaipu. **Agro Energia: Oeste do Paraná impulsiona uma nova economia sustentável**. 2017. Disponível em: <<https://www.pti.org.br/pt-br/content/agro-energia-oeste-do-paran%C3%A1-impulsiona-uma-nova-economia-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

QUADROS, D.G.; VALLADARES, R.; REGIS, U.; OLIVER, A.; SANTOS, L.S.; ANDRADE, A.P.; FERREIRA, E.J. Produção de biogás e caracterização do biofertilizante usando dejetos de caprinos e ovinos em biodigestor de pvc flexível. In: 4º Congresso Internacional de Bioenergia e Congresso Brasileiro de Geração Distribuída e Energias Renováveis. Curitiba: UFPR, p. 1-10, 2009.

REIS, N.M.O.; ROSA, P.S.G.; BERNARDES, C.L.; CALDARA, F.R. Biodigestores: uma solução eficiente na proteção do meio ambiente. In: V Seminário UNIFENAS Rural, **Anais...** Alfenas: UNIFENAS, p. 24, 2007.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 327 p.

ROCHA, F.M. (coord.). **Oeste em Desenvolvimento - Boletim de conjuntura econômica regional do Oeste do Paraná**. Parque Itaipu: Foz do Iguaçu, 2014.

SADIA. Instituto de Sustentabilidade. **Manual de Operação de Biodigestores**, 2006. Cartilha.

SALOMON, K.R.; LORA, E.E.S. Estimativa do potencial de geração de energia elétrica para diferentes fontes de biogás no Brasil. **Biomassa & Energia**, v. 2, p. 57-67, 2005.

SANTOS, E.L.B.; NARDI JR., G. Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v. 4, n. 2, 2013.

SANTOS, I.A. **Emissões de gases de efeito estufa (GEE) associados à bovinocultura: o valor do fertilizante do esterco e o impacto da biodigestão anaeróbia**. 2012. 73 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

SANTOS, J.F. **Fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e biofertilizante**. 2008. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia. 2008.

SARTOR, T.; GONZAGA, P.H.; LUCAS, J.F.R.; MORA, N.D. Corrosão de componentes metálicos em biodigestores. In: I Simpósio de Bioenergia e Biocombustíveis do Mercosul, Foz do Iguaçu. 2010.

- SCHERER, L. **Análise estratégica e financeira da produção de biogás a partir de dejetos suíno em Itaipulândia - PR.** 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.
- SCHIFFMAN, S.; MILLER, S.A.; SUGGS, B.G.; GRAHAM, B.G. The effect of environmental odors emanating from commercial swine operations on the mood of nearby residents. **Brain Research Bulletin**, v. 37, 4 ed., p. 369-375, 1995.
- SCHULTZ, G. **Boas práticas ambientais na suinocultura.** Porto Alegre: SEBRAE/RS, série agronegócios, 2007. 44 p.
- SGANZERLA, E. **Biodigestores: uma solução.** Porto Alegre. Agropecuária, 1983. 86 p.
- SILVA, C.M.; FRANÇA, M.T.; OYAMADA, G.C. Características da suinocultura e os dejetos causados ao ambiente. **Revista Connection Line**, n. 12, p. 44-59, 2005.
- SILVA, F.P. **Eficiência energética de uma unidade de microgeração de energia elétrica a partir do biogás da suinocultura.** 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.
- SILVA, G.P.; MARQUES, S.M.T. Impacto dos maus odores decorrentes da suinocultura na saúde de moradores rurais no município de Concórdia, Santa Catarina, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 3, n. 2, p. 135-141, 2004.
- SOUZA, C.F.; CAMPOS, J.A. Avaliação do tempo de retenção hidráulica, agitação e temperatura em biodigestores operando com dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1742-1745, 2007.
- SOUZA, S.N.M.; PEREIRA, W.C.; NOGUEIRA, C.E.C.; PAVAN, A.A.; SORDI, A. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor-gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**, v. 26, n. 2, p. 127-133, 2004.
- STEINMETZ, R.L.R.; KUNZ, A.; DRESSLER, V.L.; FLORES, E.M.M.; MARTINS, A.F. Study of metal distribution in raw end screened swine manure. **CLEAN Soil Air Water**, v. 37, n. 3, p. 239-244, 2009.
- SWEETEN, J.M.; LEVI, R.D. **Résumé de la stratégie de gestion des nuisances olfactives.** 1998.
- TAVARES, M.C. **Gestão Estratégica.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- TURDERA, M.V.; YURA, D. Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de Dourados. In: Anais do 6º Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas, 2006.
- UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Água para um Mundo Sustentável.** 2015. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231823>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

WEIHRICH, H. The TOWS matrix - a tool for situational analysis. **Journal of Long Range Planning**, v. 15, n. 2, p. 54-66, 1982.

WING, S.; WOLF, S. Intensive livestock operations, health, and quality of life among eastern North Carolina residents. **Environmental Health Perspectives**, v. 108, n. 3, p. 233-238, 2000.

ZANETTE, A.L. **Potencial de aproveitamento energético do biogás no Brasil**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

ZIMMERMAN, F. **Gestão da Estratégia com o uso do BSC**. Revisão e adaptação de Alexandre Laval Silva e Carlos Eduardo Penante D'Ávila Uchôa. Brasília: ENAP, 2015. 76 p.

### ARTIGO 3

## AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE BIODIGESTORES UTILIZADOS NA SUINOCULTURA NO OESTE DO PARANÁ E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE

### RESUMO

Em razão dos graves problemas ambientais, econômicos e sociais recorrentes do processo de globalização, é necessário repensar o desenvolvimento rural à luz dos limites impostos pela própria natureza. A atividade suinícola traz consigo grandes preocupações, uma vez que com o aumento da produção a geração de dejetos também cresce. A utilização de biodigestores na suinocultura é indicada como uma das soluções mais eficientes para o tratamento desses dejetos. Em vista disto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o sistema de biodigestores utilizados na suinocultura no Oeste do Paraná e sua relação com a sustentabilidade. Os dados foram coletados por meio de entrevistas baseadas em um questionário estruturado, aplicado a produtores suinícolas com biodigestores em suas propriedades. Evidenciou-se que a utilização do biogás, na área de estudo, ainda era pequena e seu principal uso estava voltado para a geração de energia elétrica. Além disso, concluiu-se que biodigestores traziam melhores resultados do que esterqueiras, bem como o emprego desta tecnologia reduziu o odor, melhorou a qualidade dos dejetos e ampliou a sustentabilidade nas propriedades rurais.

Palavras-chave: Biogás. Biofertilizante. Odor. Energia. Poluição.

### ABSTRACT

Due to the serious environmental, economic and social problems recurring to the globalization process, it is necessary to rethink rural development in the light of the limits imposed by nature itself. The swine activity brings with it great concerns, since with the increase in production the generation of waste also grows. The use of biodigesters in pig farming is indicated as one of the most efficient solutions for the treatment of these wastes. In view of this, this research aimed to evaluate the system of biodigesters used in pig farming in Western Paraná and its relationship with sustainability. The data were collected through interviews based on a structured questionnaire applied to pig producers with biodigesters on their properties. It became evident that the use of biogas in the study area was still small and its main use was for the generation of electric energy. In addition, it was concluded that biodigesters brought better results than dung, as well as the use of this technology reduced odor, improved the quality of manure and increased sustainability in rural properties.

Keywords: Biogas. Biofertilizer. Odor. Energy. Pollution.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o progresso tecnológico atingiu proporções gigantescas, muitas vezes estimulado pela busca do lucro. O aumento da produção de bens e serviços proporcionou melhorias incontestáveis na qualidade de vida de bilhões de pessoas, contudo, surgem dúvidas sobre a continuidade e a extensão deste avanço, visto que esse crescimento econômico tem repousado no uso insustentável de recursos não renováveis, bem como na destruição da diversidade biológica, emissão de GEE, além de gerar um aumento cada vez maior na distância entre os mais ricos e os mais pobres (AMORIN et al., 2004; MARTINE e ALVES, 2015; RBA, 2019; RIBEIRO, 2007).

Diversas fronteiras ecológicas globais estão sendo ultrapassadas, abrindo caminhos para transformações bruscas caso não haja urgentes modificações na trajetória de nossa civilização, o que nos obriga a repensar essa condição à luz dos limites que a própria natureza está impondo (MARTINE e ALVES, 2015).

Zonin et al. (2017) destacam que o resultado da interferência do homem na natureza, em razão do seu tratamento como um “mero objeto à serviço do homem”, tem colocado a espécie humana sob ameaça e salientam a indispensabilidade de repensarmos essa relação.

Isto posto, tem-se a atividade da suinocultura, a qual vem apresentando significativo crescimento, trazendo consigo grandes preocupações quanto à degradação ambiental, pois com o aumento da produção, a geração de dejetos também cresce, além do fato desta ser considerada pelos órgãos ambientais como uma "atividade potencialmente causadora de degradação ambiental" (OLIVEIRA, 2002).

A produção suinícola no Paraná dispõe de um plantel de 667 mil matrizes alojadas, com um rebanho representativo de 17,85% do total brasileiro (GESSULLI, 2019). Na região Oeste do Paraná, a criação de suínos esteve sempre presente, desde a época de sua colonização como uma atividade de subsistência, transformando-se em uma atividade agroindustrial a partir de 1970 (ALVES e PAIVA, 2008).

Assim sendo, é de fundamental importância evitar que um volume tão grande de dejetos continue a ser lançado no meio ambiente, poluindo o solo, ar e água, afetando tanto a qualidade de vida das populações rurais e urbanas quanto a

sobrevivência da fauna e flora das regiões onde a suinocultura está inserida (BARICHELLO et al., 2011).

Atualmente a tecnologia da biodigestão anaeróbia em biodigestores é considerada um dos principais processos empregados para o tratamento de resíduos, colaborando para a integração, sustentabilidade e agregação de valor às propriedades rurais (MIRANDA et al., 2006; QUADROS et al., 2009).

Neste contexto, este estudo tem como objetivo avaliar o sistema de biodigestores utilizados na suinocultura no Oeste do Paraná e sua relação com a sustentabilidade.

## **2 BIODIGESTORES COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**

Em razão da procura cada vez maior em conciliar a produção com a preservação ambiental, a cadeia da suinocultura vem sofrendo transformações em todos os seus segmentos. O desenvolvimento sustentável por intermédio de tecnologias limpas tem como principal objetivo aliar o aumento da eficiência com a diminuição de riscos e perdas, a fim de preservar o equilíbrio do meio ambiente e melhorar a qualidade de vida dos seres vivos em geral (PERUZATTO, 2009).

Neste cenário, a cadeia suinícola está se afastando do manejo inadequado feito através do descarte impróprio dos dejetos produzidos, os quais causavam impactos ambientais, e vem se adequando às boas práticas de sustentabilidade (CIVARDI et al, 2014; MIRANDA, 2005).

Diversas práticas de produção mais sustentáveis na suinocultura foram desenvolvidas, como as esterqueiras, a compostagem de dejetos e, finalmente, a biodigestão anaeróbia através de biodigestores, atualmente definida como uma tecnologia de múltipla funcionalidade (KONZEN, 2006; KUNZ et al. 2005).

A utilização de biodigestores na suinocultura é indicada por pesquisadores como uma das soluções mais eficientes, porque engloba o contexto econômico, social e ambiental, possibilitando agregar valor à atividade, por meio da obtenção de biogás e biofertilizante (COUTO et al., 2004; CRUZ et al. 2007).

Nas décadas de 1970 e 1980, no Brasil, esta tecnologia despertou interesse principalmente entre os suinocultores. Com o incentivo de programas oficiais, muitos biodigestores foram instalados, voltados especialmente para a geração de energia,

produção de biofertilizante e redução do impacto ambiental. Os programas governamentais tinham como meta reduzir a dependência de pequenas propriedades rurais na aquisição de adubos químicos e de energia térmica para os mais variados fins, assim como diminuir a poluição resultante dos dejetos de animais e permitir o aumento da renda dos criadores (KUNZ e OLIVEIRA, 2006).

Segundo Kunz e Oliveira (2006), lamentavelmente, uma série de fatores levaram à desativação de grande parte dos sistemas implantados, os quais envolveram a falta de conhecimento tecnológico sobre a construção e operação dos biodigestores; a falta de equipamentos desenvolvidos exclusivamente para o uso do biogás e a baixa durabilidade dos equipamentos adaptados para a conversão do biogás em energia (queimadores, aquecedores e motores); a disponibilidade e baixo custo da energia elétrica e do GLP; erros grosseiros de dimensionamento, construção e operação; entre outros motivos que foram decisivos para o descrédito dos biodigestores.

Entretanto, sem dúvida, nos últimos anos os biodigestores ressurgiram como alternativa ao produtor, em virtude da disponibilidade de novos materiais para sua construção (mais versáteis e de custo reduzido); aliada à maior dependência de energia das propriedades por causa do aumento da escala de produção, da matriz energética (demanda da automação) e do aumento dos custos da energia tradicional (elétrica, lenha e petróleo); bem como à necessidade de valorização da produção baseada no bem-estar animal e ambientalmente sustentável, desde o manejo até o abate, com a intenção de obter certificação de qualidade, procurando atender o mercado consumidor cada vez mais exigente (COSTA et al., 2005; OLIVEIRA, 2005).

Corroborando e complementando estes argumentos, no ano de 2015 o PNUD lançou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual conta com 17 ODS e 169 metas que incentivam ações até o ano de 2030 em áreas de extrema importância para a humanidade e o planeta (ONU, 2015). Conforme este documento, deve ser buscado “um mundo onde o meio ambiente humano é seguro, resistente e sustentável, e onde exista acesso universal à energia de custo razoável, confiável e sustentável” (ONU, 2015, p. 3) e deve-se “[...] desenvolver sociedades do conhecimento, tal como a inovação científica e tecnológica em áreas tão diversas como medicina e energia” (ONU, 2015, p. 5).

O objetivo 7 do PNUD está diretamente relacionado à energia: “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos”

(ONU, 2015, p. 22), enfatizando não somente o aumento da participação das energias renováveis no nosso planeta, mas também a acessibilidade; redução dos preços; cooperação entre as nações para facilitar o acesso à pesquisa e tecnologias de energia limpa, promovendo investimentos; necessidade de modernização e expansão da infraestrutura para o provimento de serviços de energia sustentáveis aos países em desenvolvimento, principalmente dos menos desenvolvidos.

Além da energia acessível e limpa, o uso do biodigestor se torna uma estratégia que possui relação, ainda que indiretamente, com pelo menos mais 5 ODS, em razão dos benefícios proporcionados, entre eles: (ODS 2) acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; (ODS 6) assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos; (ODS 8) promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos; (ODS 9) construir infraestruturas robustas, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; (ODS 12) assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis e (ODS 13) tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

### **3 METODOLOGIA**

O universo abrangido pelo estudo foi a região Oeste do Paraná, a qual é formada por três microrregiões e um total de 50 municípios, conforme observa-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Municípios componentes da região Oeste do Paraná

<b>Microrregião Geográfica Toledo</b>	<b>Microrregião Geográfica Cascavel</b>	<b>Microrregião Geográfica Foz do Iguaçu</b>
Assis Chateaubriand	Anahy	Céu Azul
Diamante D'Oeste	Boa Vista da Aparecida	Foz do Iguaçu
Entre Rios do Oeste	Braganey	Itaipulândia
Formosa do Oeste	Cafelândia	Matelândia
Guaira	Campo Bonito	Medianeira
Iracema do Oeste	Capitão Leônidas Marques	Missal
Jesuítas	Cascavel	Ramilândia
Marechal Cândido Rondon	Catanduvas	Santa Terezinha de Itaipu
Maripá	Corbélia	São Miguel do Iguaçu
Mercedes	Diamante do Sul	Serranópolis do Iguaçu
Nova Santa Rosa	Guaraniaçu	Vera Cruz do Oeste
Ouro Verde do Oeste	Ibema	
Palotina	Iguatu	
Pato Bragado	Lindoeste	
Quatro Pontes	Nova Aurora	
Santa Helena	Santa Lúcia	
São José das Palmeiras	Santa Tereza do Oeste	
São Pedro do Iguaçu	Três Barras do Paraná	
Terra Roxa		
Toledo		
Tupãssi		

Fonte: IPARDES (2012).

Esta região conta com 1.315.226 habitantes, o que representa 12% do total do Estado (IBGE, 2019a).

O Oeste paranaense está inserido em sua totalidade no Terceiro Planalto do Paraná e caracteriza-se por apresentar solos férteis de terra roxa estruturada, bem drenados e suscetíveis à erosão (MAACK, 1968).

Mesmo com grandes áreas devastadas em razão do uso agrícola, ocupa a quarta posição do Estado em cobertura vegetal. Também se destaca em termos de conservação ambiental devido ao Parque Nacional do Iguaçu (em Céu Azul, Foz do Iguaçu, Matelândia, Medianeira e São Miguel do Iguaçu), com área total de 185.262,20 ha, somada à área contígua argentina compreende uma área de 225 mil ha; além de contar com os Programas de Recuperação Ambiental de Biomas existentes (IAP/DIBAP, 2012; IPARDES, 2004).

Seu solo é potencialmente apto para a agricultura mecanizada em razão de apresentar, em grande parte da sua extensão, declividade entre 0% e 10% (IPARDES, 2004). As responsáveis pelo potencial hídrico na região são as bacias hidrográficas dos rios Paraná e Iguaçu. Em evidência estão as Cataratas do Iguaçu, por suas extensas corredeiras e saltos de 70 m dos rios Iguaçu e Paraná, onde está instalada

a barragem de Itaipu, responsável por acumular água para a geração de energia elétrica (AGUASPARANÁ, 2018).

Esta delimitação geográfica é justificada pela importância da região Oeste na atividade suinícola no Paraná, a qual concentrava 62,04% do rebanho desse estado no ano de 2017, segundo dados do último Censo Agropecuário do IBGE (2019b). Ainda com base em dados divulgados pelo IBGE (2019a; 2019b), nesta região há cerca de 3 suínos para cada habitante.

O levantamento das informações foi realizado por intermédio de entrevistas baseadas em um questionário estruturado (Apêndice A), aplicado a um total de 30 produtores suinícolas somente após a autorização, concordância e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D) pelos participantes.

Ressalta-se que a escolha dos produtores foi feita através de uma amostragem aleatória de propriedades rurais com biodigestores nos municípios com maior representatividade desta tecnologia implantada. As entrevistas foram efetivadas *in loco*, entre os meses de setembro de 2018 a fevereiro de 2019.

De acordo com Gil (1999, p. 177) a entrevista é uma técnica de coleta de dados “em que o investigador se apresenta frente ao investigado e lhe formula perguntas com o objetivo de obtenção dos dados que interessam à investigação”. Selltiz et al. (1967, p. 273) alegam que a entrevista é uma técnica “bastante adequada para a obtenção de informações sobre o que as pessoas sabem, crêem, esperam, sentem ou desejam, pretendem fazer ou fizeram, bem como sobre suas explicações ou razões a respeito das coisas precedentes”.

Após a coleta de dados, estes foram sistematizados através da transcrição das entrevistas e, posteriormente, realizou-se a análise sobre os resultados da pesquisa juntamente com o desenvolvimento da discussão dos mesmos dentro do objetivo proposto.

Em função da garantia de anonimato dos participantes da pesquisa, optou-se por utilizar as denominações “Produtor 1, 2, 3...”.

Os municípios de Entre Rios do Oeste, Marechal Cândido Rondon, Nova Santa Rosa e Toledo tiveram entre 5 e 7 propriedades amostradas. A análise dos resultados obtidos nos demais municípios - Céu Azul, Medianeira, Quatro Pontes, São Pedro do Iguaçu e Vera Cruz do Oeste - foi feita a partir do agrupamento dos dados na designação de “Outros Oeste/PR”. A determinação desta concentração foi feita a fim de facilitar a manipulação e exposição dos dados.

Os dados referentes ao volume dos biodigestores, produção diária e capacidade de armazenamento de biogás foram fornecidos pelos produtores ou projetistas dos biodigestores. Na ausência de alguns destes dados, os mesmos foram estimados a partir das diretrizes fornecidas pelo IPCC (2006) e Oliveira (1993).

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As informações gerais sobre as propriedades rurais pesquisadas e os biodigestores presentes nestas estão contidas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Informações gerais das propriedades dos produtores entrevistados

N.	Localização	Área total (ha)	N. de funcionários	Atividade principal	Área cultivada (ha)	Atividade agrícola	Plantel (cabeças)	Tipo de criação
Produtor 1	Entre Rios do Oeste	8,2280	1	Suínocultura	3,6300	Feno	1200	Terminação
Produtor 2	Entre Rios do Oeste	38,7200	2	Indústria de cerâmica	0,0000	Milho	3000	Terminação
Produtor 3	Entre Rios do Oeste	20,5700	2	Suínocultura	12,1000	Soja e milho	7300	Creche
Produtor 4	Entre Rios do Oeste	7,2600	0	Suínocultura	4,8400	Milho	1500	Terminação
Produtor 5	Entre Rios do Oeste	33,0000	0	Suínocultura	12,0000	Soja, milho e feno	1500	Terminação
Produtor 6	Entre Rios do Oeste	96,8000	0	Suínocultura	87,1200	Soja, milho e feno	4700	Terminação
Produtor 7	Entre Rios do Oeste	7,2600	24	Suínocultura	0,0000	Não tem	2000	Matriz e creche
Produtor 8	Mal. Cdo. Rondon	6,2920	0	Suínocultura	0,0000	Não tem	580	Terminação
Produtor 9	Mal. Cdo. Rondon	26,9000	2	Suínocultura	18,0000	Soja, milho e feno	600	Matriz
Produtor 10	Mal. Cdo. Rondon	2,0000	0	Suínocultura	1,4900	Pastagem	1000	Terminação
Produtor 11	Mal. Cdo. Rondon	12,1000	0	Suínocultura	6,0000	Soja, milho e pastagem	1028	Terminação
Produtor 12	Mal. Cdo. Rondon	83,0000	37	Suínocultura	50,0000	Pastagem	4300	Matriz
Produtor 13	Mal. Cdo. Rondon	12,1000 <sup>*1</sup>	0	Suínocultura	3,3000	Pastagem	580	Terminação
Produtor 14	Nova Santa Rosa	5,3240	0	Suínocultura	3,6440	Soja, milho e pastagem	1300	Terminação
Produtor 15	Nova Santa Rosa	14,7900	0	Suínocultura	9,8461	Soja, milho e feno	750	Terminação
Produtor 16	Nova Santa Rosa	6,0000	0	Suínocultura	3,7600	Milho e pastagem	2000	Terminação
Produtor 17	Nova Santa Rosa	14,5200	0	Suínocultura	7,2600	Soja, milho e feno	900	Terminação
Produtor 18	Nova Santa Rosa	1,5040	0	Suínocultura	2,0000	Feno	965	Terminação
Produtor 19	Outros Oeste/PR	4,8400	0	Suínocultura	2,4200	Pastagem	950	Terminação
Produtor 20	Outros Oeste/PR	4,8400	0	Suínocultura	2,4200	Soja	1100	Terminação
Produtor 21	Outros Oeste/PR	16,9400	34	Suínocultura	0,0000	Não tem	28000	Matriz
Produtor 22	Outros Oeste/PR	11,6000	0	Suínocultura	7,0000	Milho e feno	1200	Terminação
Produtor 23	Outros Oeste/PR	50,8200	2	Suínocultura	29,0400	Soja, milho, pastagem e feno	1300	Terminação
Produtor 24	Outros Oeste/PR	262,0000	2	Grãos	169,4000	Soja, milho, trigo e pastagem	1890	Terminação
Produtor 25	Toledo	17,3000	0	Suínocultura	12,1000	Soja e milho	1500	Terminação
Produtor 26	Toledo	4,8000	6	Suínocultura	2,0000	Pastagem	600	Matriz e creche
Produtor 27	Toledo	3,1460	0	Suínocultura	1,2100	Pastagem	2100	Terminação
Produtor 28	Toledo	12,1000	0	Suínocultura	62,9200	Soja e milho	1300	Terminação
Produtor 29	Toledo	9,0000	0	Suínocultura	7,0000	Milho e pastagem	1000	Terminação
Produtor 30	Toledo	10,0000 <sup>*2</sup>	0	Suínocultura	12,1000	Soja, milho e feno	1000	Terminação

\*<sup>1</sup>Arrendou 8,4700 ha a terceiros.

\*<sup>2</sup>Arrendou 6,0500 ha de terceiros.

Tabela 4 - Questões gerais sobre os biodigestores nas propriedades dos produtores entrevistados

N.	Quantidade	Ano de implantação	Modelo	Volume (m <sup>3</sup> )	Produção diária de biogás (m <sup>3</sup> )	Produção diária de metano (m <sup>3</sup> )
Produtor 1	01	2018	Canadense	700	360	162
Produtor 2	01	2013	MC-CG*	1500	900	405
Produtor 3	01	2018	MC-CG*	800	410,6	184,8
Produtor 4	01	2006	Canadense	430	450	202,5
Produtor 5	01	2018	Canadense	600	450	202,5
Produtor 6	01	2018	Canadense	1480	1410	634,5
Produtor 7	02	2005 e 2017	MC-CG* e Canadense	1800 e 800	637,1 e 282,9	286,7 e 127,3
Produtor 8	01	2007	Canadense	182,7	174	78,3
Produtor 9	01	2006	Canadense	432	276	124,2
Produtor 10	01	2006	Canadense	315	300	135
Produtor 11	02	2008	Canadense	161,9 e 161,9	154,2 e 154,2	69,4 e 69,4
Produtor 12	02	2016 e 2018	MC-CG*	1800 e 1800	989 e 989	445,1 e 445,1
Produtor 13	01	2009	Canadense	360	174	78,3
Produtor 14	01	2007	Canadense	409,5	390	175,5
Produtor 15	01	2007	Canadense	236,3	225	101,3
Produtor 16	01	2006	Canadense	630	600	270
Produtor 17	01	2008	Canadense	283,5	270	121,5
Produtor 18	01	2008	Canadense	304	289,5	130,3
Produtor 19	01	2007	Canadense	299,3	285	128,3
Produtor 20	01	2006	Canadense	346,5	330	148,5
Produtor 21	02	2007 e 2008	Canadense	10080 e 10080	6440 e 6440	2898 e 2898
Produtor 22	01	2006	Canadense	378	360	162
Produtor 23	01	2008	Canadense	409,5	390	175,5
Produtor 24	01	2007	Canadense	595,4	567	255,2
Produtor 25	01	2008	Canadense	472,5	450	202,5
Produtor 26	01	2006	Canadense	189	180	81
Produtor 27	01	2007	Canadense	661,5	630	283,5
Produtor 28	01	2008	Canadense	409,5	390	175,5
Produtor 29	01	2007	Canadense	315	300	135
Produtor 30	01	2007	Canadense	315	300	135

\*Mistura completa (circular de geomembrana PEAD).

Analisando a Tabela 3, foi possível observar que o plantel variou de 580 até 28.000 suínos, sendo que o município com a menor média foi Nova Santa Rosa, com 1183 animais, e o município com a maior média foi Outros Oeste/PR, com 5740 suínos. A média geral dos plantéis foi de 2571 animais. Cabe destacar que o plantel expressivo contendo 2.8000 suínos estava localizado em Medianeira, em uma propriedade independente especializada, a qual comercializava parte dos leitões para uma integradora que, por sua vez, repassava-os aos seus integrados.

Segundo Miele e Waquil (2006), existem suinocultores que atuam como autônomos ao produzir e vender suínos de forma independente, onde pode haver parceria no momento da venda. Nesta modalidade, todos os custos e riscos produtivos são encargos do produtor.

Caso não fosse contabilizada esta propriedade que praticava a venda de animais, a média geral seria de 1.695 animais e o município com a maior média seria Entre Rios do Oeste, com 3.029 animais. Ressalta-se que, em razão do recente projeto de GD financiado pela Copel e implantado pelo PTI, os biodigestores inseridos em Entre Rios do Oeste estão entre os mais recentes, os quais privilegiaram as propriedades com maiores plantéis de suínos (FEIDEN, 2019).

Este projeto, denominado “Arranjo técnico e comercial de geração distribuída de energia elétrica a partir do biogás de biomassa residual da suinocultura em propriedades rurais no município de Entre Rios do Oeste, Paraná”, tem como objetivo transformar o passivo ambiental resultante da produção intensiva de suínos em energia elétrica por meio da implantação de biodigestores interligados por uma rede coletora de biogás até uma MCT de 480 kW de potência. A energia gerada será utilizada para atender a demanda energética nos prédios públicos do município, na modalidade de autoconsumo remoto (AEN, 2019; BIASI et al., 2018).

Verificou-se que 87% dos entrevistados se enquadram na condição de agricultura familiar. O estudo elaborado pela FAO/INCRA (1996, p. 4) determina que a agricultura familiar pode ser definida a partir de três características centrais:

- a) a gestão da unidade produtiva e os investimentos nela realizados são feitos por indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou casamento; b) a maior parte do trabalho é igualmente fornecida pelos membros da família; c) a propriedade dos meios de produção (embora nem sempre da terra) pertence à família e é em seu interior que se realiza sua transmissão em caso de falecimento ou de aposentadoria dos responsáveis pela unidade produtiva.

O governo brasileiro, através da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, considera agricultor familiar e empreendedor familiar rural

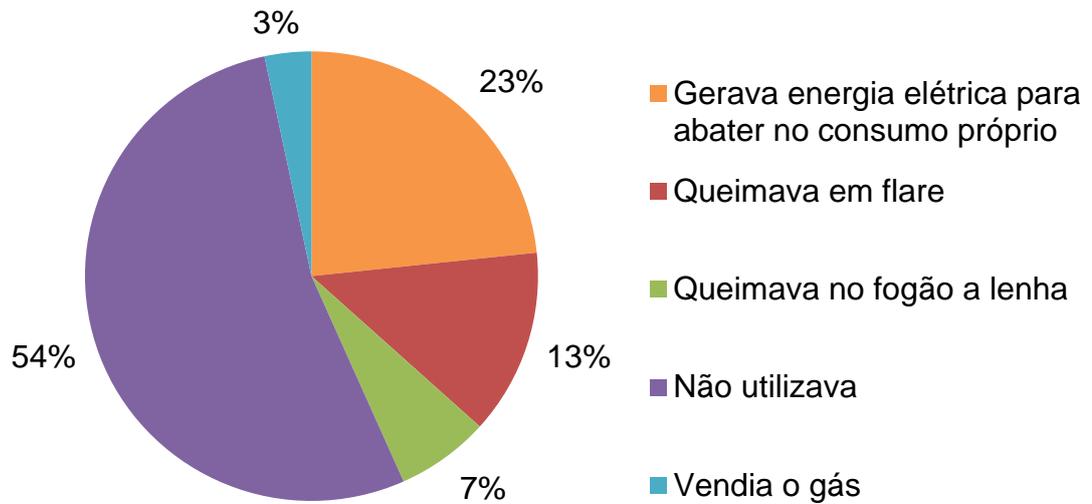
[...] aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo (Redação dada pela Lei nº 12.512, de 2011); IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Também se constatou o predomínio de biodigestores do modelo canadense nas propriedades observadas. Este modelo, conforme Castanho e Arruda (2008), se distingue dos demais devido a seu formato horizontal, contendo uma caixa de carga feita em alvenaria e com a largura maior que a profundidade, beneficiando-se então de uma área maior de exposição ao sol, o que possibilita uma grande produção de biogás. A sua cúpula, feita de material plástico maleável, infla durante a produção de gás (PEREIRA et al., 2009).

Graças ao menor custo, fácil instalação e a conveniência de poder ser implantado tanto em pequenas quanto em grandes propriedades e também em projetos agroindustriais, este modelo é o mais difundido no Brasil (FRIGO et al., 2015; OLIVER, 2008).

Quando questionado aos produtores qual era a finalidade do biogás produzido, destaca-se que a maioria dos entrevistados (54%) alegou que não estava utilizando o biogás (Figura 2).

Figura 2 - Finalidade do biogás produzido



Apesar dos benefícios ambientais, econômicos e sociais que o sistema de biodigestores pode originar, o potencial do biogás ainda é pouco aproveitado, em razão da existência de algumas barreiras ao seu desenvolvimento, semelhantemente ao que acontece com qualquer nova tecnologia alternativa introduzida no mercado (MARIANI, 2018).

Para Mariani (2018), o crescimento do setor de biogás brasileiro enfrenta diversas barreiras, as quais estão relacionadas, se agrupadas, ao: (I) conhecimento; (II) desenvolvimento tecnológico; (III) ambiente financeiro e econômico; e (IV) ambiente político e regulatório.

No item (I) verifica-se a pequena disponibilidade de informação técnica, comercial e legal organizada e/ou acessível aos atores do setor, bem como a falta de profissionais, a qual é fruto da escassez de cursos técnicos, graduação e pós-graduação para esse tipo de tecnologia no país, além da organização e difusão das informações e do conhecimento já existentes (QUADROS et al. 2016). Aliado a isso, observa-se a pequena quantidade de projetos de biogás bem-sucedidos e conhecidos, que acabam por não reduzir a percepção de risco do investimento, além da presença de um alto grau de “pioneirismo” nos empreendimentos com biogás (ABIOGÁS, 2015).

Analisa-se no item (II) que as tecnologias nacionais para a produção de biogás e seu aproveitamento como uma forma de energia ainda é incipiente, especialmente

para projetos com expectativa de alta eficiência para viabilização econômica. Mariani (2018, p. 108) afirma que

[...] mesmo em casos que a tecnologia está disponível para instalação, há problemas de instabilidade na operação, demandando mais horas de manutenção que o informado pelo fornecedor do equipamento. Isso gera custos com a manutenção e reduz a receita pelas horas paradas. Nesse sentido, a falta de mão-de-obra local para manutenção torna esses problemas mais graves, inclusive causando a parada das plantas por vários dias.

Sucedese, então, a desmotivação para implantação de projetos, danos à imagem do biogás como uma opção para geração de energia, ou necessidade de importação de equipamentos, abalando de forma negativa a viabilidade financeira de empreendimentos (ABILOGÁS, 2015).

Voltando-se ao item (III), observa-se as dificuldades de localizar um modelo de negócio viável para muitos casos, principalmente em projetos de pequena escala. Conforme a ABiogás (2015), embora existam diversos benefícios, a relação entre o custo de projetos de biogás x seu benefício comercial muitas vezes não é suficientemente atraente. Por ser um sistema em crescimento no Brasil, ainda não atingiu o aproveitamento máximo de seu potencial, não ocorrendo uma concorrência justa quando o biogás é comparado a outras fontes já consolidadas.

Finalmente no item (IV), nota-se a falta de políticas públicas que beneficiam diretamente o biogás. A ABiogás (2015, p. 15) sustenta que

A complexidade do biogás e as sinergias entre os vários benefícios como geração de energia e tratamento de resíduos e efluentes demandam uma política integrada horizontalmente (Inter setorial) e verticalmente (federal, estadual, municipal).

Entretanto, o que se constata são políticas para o biogás que vem sendo desenvolvidas em alguns estados brasileiros (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo), porém estas são operações isoladas que precisariam ser baseadas em uma política federal, visando estimular a produção e utilização do biogás, como já realizado com outras fontes de energia renovável no Brasil (MARIANI, 2018).

Biasi et al. (2018, p. 48) indicam que as ações existentes no estado do Paraná

[...] ainda são individuais ou de grupos empresariais e instituições particulares, não tendo sido estruturada uma diretriz estadual, como por

exemplo, uma política pública, que incentive os órgãos de governo a considerar o biogás em suas ações, que sinalize para as empresas a importância de investimento nesse setor e permita aos agricultores e suas organizações investirem com segurança e obterem resultados efetivos que resultem em redução de seus custos produtivos ou agregação de renda e contribuindo na mitigação ambiental.

Em 2016 a Probiogás realizou um levantamento que também permitiu identificar e analisar as barreiras existentes para o desenvolvimento do setor de biogás no Brasil. As barreiras identificadas por meio das entrevistas aos atores do setor foram agrupadas em quatro enfoques: relação incerta entre o custo do projeto e seu benefício comercial; reduzida quantidade de projetos de referência bem-sucedidos em escala comercial; dificuldade no acesso a informações técnicas, comerciais e legais; e inexistência de políticas específicas relacionadas ao biogás (JENDE et al., 2016).

De acordo com 90% dos entrevistados, o biofertilizante era consumido na própria propriedade e o excedente era doado a terceiros (áreas vizinhas), sempre com o objetivo de ser aplicado no solo para fins agrícolas. O restante (10%) dos entrevistados relataram que não utilizavam o mesmo em razão de não possuírem atividades agrícolas sob seu domínio (não apresentavam cultivo ou a terra era arrendada a terceiros) e apenas o doavam às áreas vizinhas.

Segundo Konzen (2003), é fundamental que haja incentivo às pesquisas e manejo técnico a fim de eliminar as fontes de contaminação ambiental fruto da disposição inadequada dos dejetos de animais, encaminhando-os então para uma destinação que seja rentável e sustentável.

A Instrução Normativa IAP/DIRAM nº 105.006 assegura que a aplicação de dejetos no solo para fins agrícolas é uma forma adequada de disposição final dos dejetos de suínos, desde que passem por um processo de estabilização, o qual pode ser feito por intermédio do biodigestor. Contudo, para que isso ocorra, devem ser observados diversos aspectos, dentre eles, a disponibilidade de área para aplicação, conforme o Anexo 6 da IN citada acima:

O interessado deve possuir área agrícola disponível e com aptidão para disposição dos dejetos no solo. Para a aplicação de dejetos em áreas de terceiros, a mesma deverá ser avaliada e classificada como de Risco Ambiental I, II, III ou IV e deverá ser apresentado termo de compromisso entre as partes, com firma reconhecida em cartório.

Consoante com o Anexo 5 da IN, as classes representadas por algarismos romanos são pertinentes ao grau de risco ambiental no possível uso do dejetos, sendo

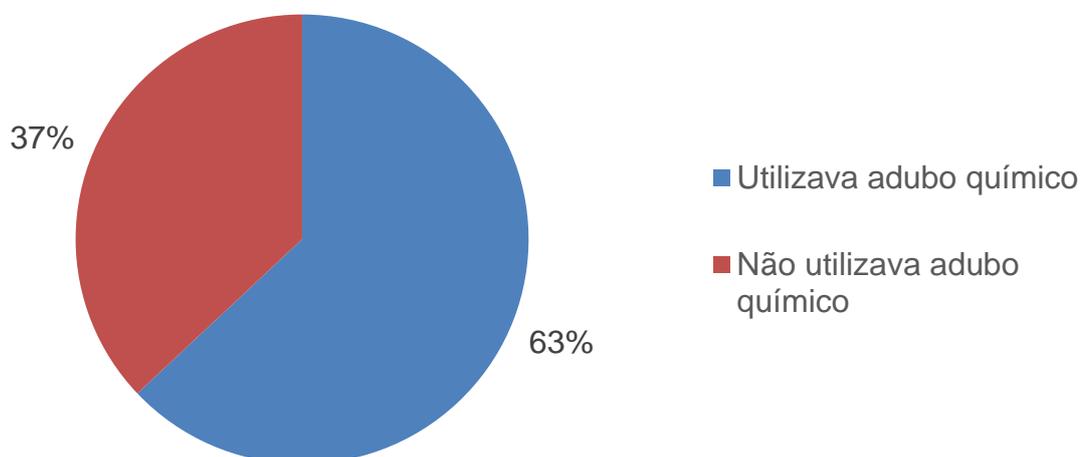
que quanto menor o grau de risco ambiental da terra, maior será seu potencial agrícola.

Dos entrevistados que utilizavam biofertilizante na propriedade, 100% estavam satisfeitos com o uso deste em seus cultivos e reconheceram melhora significativa na produtividade, maior facilidade de manipulação do material, geração de economia em razão da diminuição ou eliminação da necessidade de compra de fertilizantes químicos, além da redução considerável de moscas/larvas, odor e problemas com acidez do solo.

Como citado por Biasi et al. (2018), Ferreira (2013), Oliver (2008) e Pazzini (2013), o biofertilizante é tido como um adubo orgânico, o qual possui várias características benéficas que o tornam uma ótima estratégia para uso agrícola, dentre elas: pH alcalino, o que favorece na correção da acidez do solo e melhora a estrutura deste, facilitando seu manejo e o enraizamento das plantas; nutrientes disponíveis para absorção das plantas; colabora na redução da erosão por proporcionar maior agregação das partículas do solo; aumenta a produtividade das lavouras; reduz o poder germinativo de sementes de plantas daninhas com a fermentação do material no biodigestor; gera economia em razão da redução da aquisição de adubos industrializados; diminui danos ao meio ambiente, pois apresenta menor potencial poluente que o esterco in natura; reduz o mau cheiro, não atraindo moscas e outros insetos; entre outros.

Do grupo de entrevistados que utilizavam biofertilizante em sua propriedade, 63% ainda aplicavam também adubo químico (Figura 3).

Figura 3 - Utilização de adubo químico na propriedade



Gaspar (2003) alega que é possível, logicamente, empregar adubos químicos, porém estes não podem suprir as qualidades físicas e biológicas fornecidas pelo biofertilizante. Além do mais, a aplicação de grandes quantidades de adubação química resulta na mineralização do solo, ressecando-o, endurecendo-o e dificultando a entrada do ar e da água, levando-o à erosão. Sganzerla (1983) alerta que este e outros problemas causados pelos adubos químicos só poderão ser solucionados com a aplicação de ampla quantidade de matéria orgânica.

Contudo, dos produtores que ainda empregavam adubo químico, 82% garantiram que reduziram consideravelmente a sua aplicação após o uso deste associado ao biofertilizante, gerando economia nas propriedades rurais. O restante dos produtores (18%) relataram que apenas acrescentaram o biofertilizante à adubação química que já era feita.

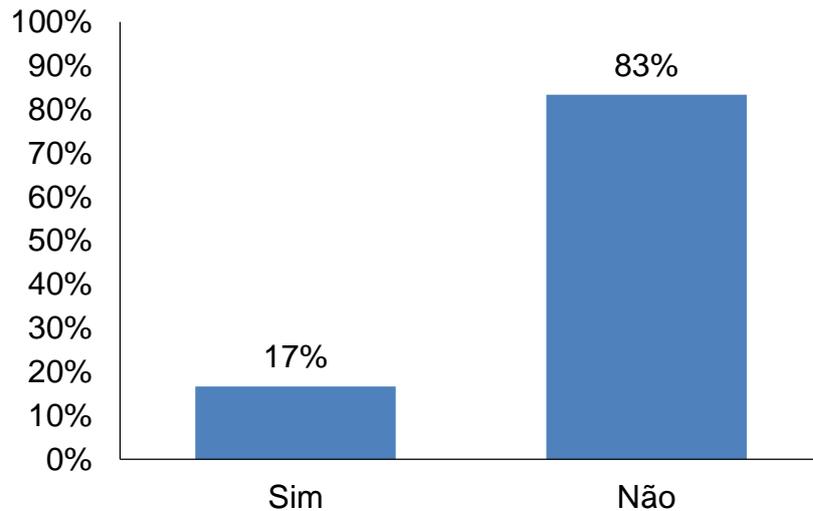
Fonseca et al. (2009) reforçam que além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas, o aproveitamento do biofertilizante no solo também diminui significativamente a dependência de adubos químicos em lavouras, proporcionando uma economia para os produtores rurais.

Cervi (2009) aponta que com o crescente aumento dos custos de produção de lavouras somente será possível viabilizar essa atividade se ocorrer o aumento da produtividade e racionalização do uso de insumos. Neste cenário, o biofertilizante produzido nos biodigestores tem potencial de substituir, senão total, mas parcialmente os adubos químicos comerciais. Aliado a isso se tem a vantagem de poder empregá-lo sem comprometer a qualidade do solo e do meio ambiente, desde que haja a elaboração de um plano técnico de manejo e adubação.

Para Bazani (2012), a aplicação de biofertilizante nas lavouras de milho pode reduzir até 70% o custo de produção, sem trazer danos ao meio ambiente, quando os produtores forem orientados quanto à aplicação correta.

Observa-se na Figura 4 que apenas 17% dos entrevistados possuíam motor gerador de energia elétrica em suas propriedades. Dos entrevistados que não possuíam, 52% tinham interesse em possuir, contra 48% que não tinham essa intenção. Os entrevistados que tinham o desejo de instalar este dispositivo em suas propriedades ainda não o fizeram pois declaravam que havia falta de linhas de crédito para a sua compra. Já dentre as respostas dos entrevistados que não possuíam e também não tinham interesse no dispositivo, destaca-se a afirmação de que o custo deste era elevado e por isso tornou-se inviável.

Figura 4 - Presença de motor gerador de energia elétrica na propriedade



Conforme Albarracin (2016, p. 96) “para se fomentar uma maior inserção do biogás na matriz energética é necessário que haja crédito, em condições favoráveis, aos projetos nesta área”.

Segundo o Banco do Brasil (2017), com o objetivo de apoiar a produção de energia limpa e renovável em atividades do agronegócio, o banco impulsionou, em 2017, o Programa Agro Energia, visando liberar R\$ 2,5 bilhões até o fim do ano do seu lançamento, sendo R\$ 1 bilhão só na região Oeste do Paraná, para pessoas físicas, empresas e cooperativas do agronegócio.

Ainda de acordo com o Banco do Brasil (2017, p. 1) este programa

[...] possibilita a redução do custo de produção, autossuficiência na geração de energia, transferência de tecnologia ao campo, manutenção de renda e ampliação dos negócios com o setor agropecuário, com a implantação de usinas de energia solar, biomassa e eólica.

As linhas de financiamento são: Inovagro, Pronamp, Investe Agro, Pronaf Eco, Pronaf Agroindústria, Prodeccop e o FCO Rural (para a região Centro-Oeste) (BB, 2019).

Contudo, as linhas de crédito ofertadas pelos bancos para aproveitamento dessa e de outras energias renováveis sofrem críticas devido aos seus altos valores e juros (LIMA, 2018).

Aliado a isto se tem a escala de produção da biomassa residual, a qual é um dos fatores que envolvem o aproveitamento do motor gerador de energia elétrica e que está diretamente relacionada com o número de animais em cada propriedade. A

escala pode viabilizar a valorização econômica, bem como pode excluir pequenas e médias propriedades ao acesso a essa potencial fonte de renda e sustentabilidade do segmento (BARICHELLO, 2015).

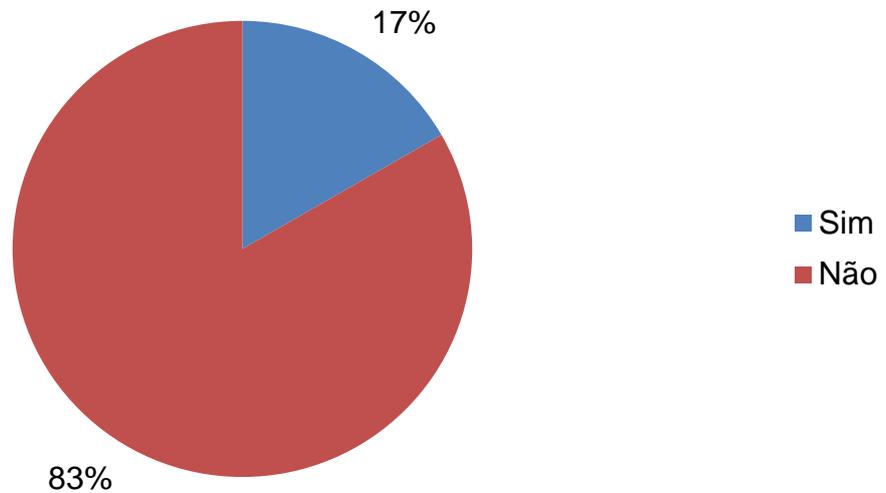
Estudos como o de Cervi et al. (2010), Esperancini et al. (2007), Junges (2009) e Mater (2018) evidenciaram que em determinadas regiões do país há grandes concentrações de animais em confinamento. Esses animais estão alocados em diversas propriedades rurais de pequeno a médio porte, tornando inviável o investimento em equipamentos necessários para a geração de energia elétrica dentro da propriedade. Neste contexto, uma solução constituiria na criação de arranjos produtivos em que seria feita a coleta de biogás de diversos produtores e o posterior encaminhamento para uma central de geração de energia compartilhada. Isto é, esta adaptação envolveria um conjunto de ações que interagem com o objetivo de encontrar sinergias para que haja uma redução de custos de produção e a viabilização de empreendimentos.

Quando perguntado aos produtores o que eles esperavam para a suinocultura com o uso dos biodigestores, a resposta mais expressiva foi a redução do odor gerado pelos dejetos, a qual estava presente em 47% das respostas.

Conforme Lucas Jr. et al. (1999) e Perdomo (1999), a produção de suínos acarreta na poluição do tipo olfativa, vinculada ao problema do odor desagradável dos dejetos. Isto está associado à evaporação de determinados compostos, os quais trazem efeitos prejudiciais ao bem-estar humano e animal, sendo os compostos mais comuns: ácidos graxos voláteis, amônia, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, sulfeto de hidrogênio, entre outros, que quando inspirados podem causar prejuízos às vias respiratórias.

Verifica-se na Figura 5 que 83% dos entrevistados asseguraram que não havia incentivos ao uso dos biodigestores por parte das integradoras.

Figura 5 - Presença de incentivo por parte da integradora ao uso dos biodigestores



Segundo os produtores, existiam incentivos financeiros formalizados (bonificações) entre algumas integradoras e suinocultores, trazendo ganhos econômicos para o integrado, que estavam relacionados aos mais variados fatores, mas não abrangiam a adoção de biodigestores pela classe.

Ainda de acordo com os entrevistados, as integradoras orientavam para a adoção de métodos de tratamento de dejetos, porém não havia especificações em relação aos biodigestores.

Diante disso, o que se observa é que as ações voltadas aos tratamentos de dejetos nas propriedades rurais acabam resumindo-se ao emprego de esterqueiras, em razão do seu menor custo e à maior facilidade de construção em relação aos outros sistemas de tratamento. Porém essa infraestrutura não é a mais adequada e eficiente para resolver os problemas de poluição (OLIVEIRA e NUNES, 2005; REBONATO, 2012).

É fundamental que exista uma conscientização do sistema de integração em relação às falhas existentes para que se busque resolver os problemas ambientais a fim de garantir a sustentabilidade ambiental. Para Oliveira e Nunes (2005, p. 3),

O sistema desenvolveu-se fundado na racionalidade econômica e necessita de realimentação e inter-relação da racionalidade ambiental e da racionalidade social. Há consciência também de que o ambiente é um sistema complexo, interrelacionado com modernidade e desenvolvimento, sociedade e natureza. Portanto, as questões ambientais também são complexas e precisam ser avaliadas [...]

Isto posto e consoante com o art. 225 da Constituição Federal, é responsabilidade de todos proteger o meio ambiente:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Também foi questionado aos entrevistados quais eram suas opiniões sobre os impactos ambientais decorrentes da suinocultura sem o uso de biodigestores. Os mesmos enfatizaram a poluição dos recursos hídricos, do solo e do ar.

A Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, indica que impacto ambiental pode ser definido como

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

Isto posto, a suinocultura intensiva, dada sua alta concentração de animais por área, gera um grande volume de dejetos, os quais se manejados de forma indevida podem resultar em graves impactos ambientais sobre a água, a terra e o ar (ITO et al., 2016; SEGANFREDO, 2000).

De acordo com Ahlert (2017), o modelo de produção e consumo imposto pelo mercado, buscando o acúmulo infundável de mercadorias, capital e lucros, está levando a um esgotamento acelerado dos recursos naturais.

Ito et al. (2016) inferem que os dejetos gerados na suinocultura têm impacto sobre os recursos hídricos, uma vez que provocam a eutrofização dos corpos d'água, modificam a biodiversidade aquática e promovem a presença de organismos prejudiciais aos humanos e animais.

Para Oliveira (1993), a poluição da água também se revela na forma de micro-organismos fecais patogênicos, os quais são responsáveis por danos - como leptospirose, febre aftosa, tularemia, peste suína, entre outros - à saúde do homem e dos animais que a consumirem.

Seganfredo (2000) e Nolasco et al. (2005) enfatizam que a poluição ambiental ocasionada pela disposição inadequada dos dejetos dos suínos é um problema grave

devido à presença de elevado número de contaminantes, causando uma forte degradação, sobretudo dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas), sendo que os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam as águas superficiais são a matéria orgânica, os nutrientes e as bactérias fecais e, os que comprometem as águas subterrâneas são os nitratos e as bactérias.

Na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável há um objetivo no que se refere à água, o ODS 6, o qual visa “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos” (ONU, 2015, p. 21), sendo estabelecido na Meta 6.3 os desafios de

[...] melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas, e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura em âmbito mundial (ONU, 2015, p. 21).

Em relação ao solo, Oliveira e Nunes (2005) abordam que a prática da simples disposição do dejetos suíno neste, com o objetivo de fertilização agrícola, quando feita sem o devido controle, gera um grande risco de poluição ambiental pelos efeitos da infiltração do nitrogênio e do escoamento superficial do fósforo.

Segundo Silva e Bassi (2012), o uso incorreto de dejetos no solo leva ao acúmulo de nutrientes (fósforo e nitrogênio), metais pesados (cobre, zinco, manganês e ferro), além da contaminação por patógenos, sendo que estes elementos têm impacto negativo na lavoura, provocando toxidade nas plantas com desdobramento para a saúde humana e animal.

Outro fator agravante está relacionado à poluição do ar causada pela emissão de GEE, como:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$ , resultantes do processo de fermentação dos dejetos.

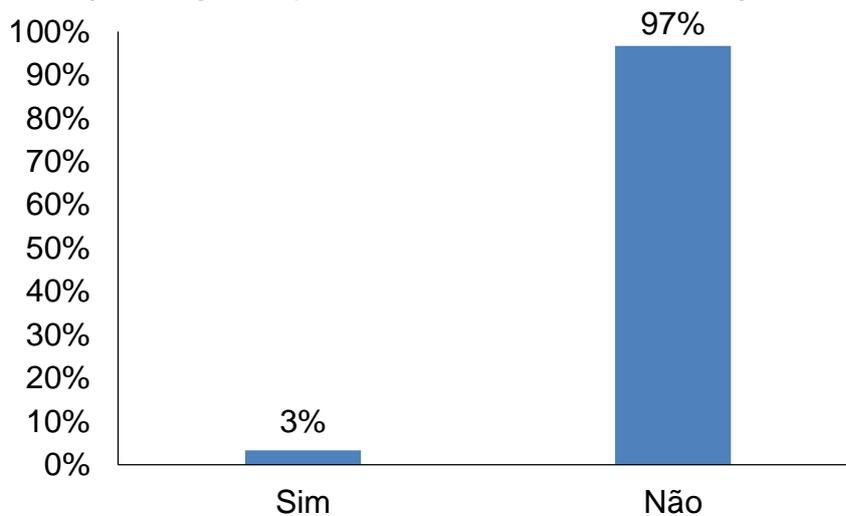
A  $\text{NH}_3$  é um gás que ocasiona efeitos adversos ao ser humano, dentre eles: irritação nasal, ocular e na pele, bem como gera distúrbios na condução neural do cérebro. Genova et al. (2015) indicam que a  $\text{NH}_3$  ainda pode provocar chuva ácida, acarretando em implicações tóxicas sobre o solo e a água.

Verifica-se que o  $\text{CO}_2$  e o  $\text{CH}_4$  estão entre os principais gases que contribuem para o aumento do efeito estufa, sendo que o  $\text{CO}_2$  é mais pesado do que o ar, inodoro e asfixiante; e o  $\text{CH}_4$  é mais leve que o ar, inodoro, asfixiante, inflamável, explosivo e com poder de aquecimento global 21 vezes maior que o  $\text{CO}_2$  (BENEDI, 1986; NOBRE, 2012; USDA, 1994).

Ademais, confere-se que os dejetos da suinocultura têm impacto direto no conforto da população, na forma de maus odores e proliferação de insetos (LOPES et al., 2013).

Conforme a declaração de 97% dos entrevistados, não existiam exigências pelo licenciamento ambiental em relação aos biodigestores, como se observa na Figura 6.

Figura 6 - Presença de exigências pelo licenciamento ambiental em relação aos biodigestores



Atualmente o IAP, que realiza o licenciamento ambiental, não possui exigências específicas em relação aos biodigestores, apenas dispõe exclusivamente de normas gerais para o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente, conforme a Resolução CEMA nº 65, de 01 de junho de 2008.

No caso particular da criação de suínos, este estabelece características, critérios, procedimentos, trâmite administrativo, níveis de competência e premissas que devem ser adotados para a obtenção do licenciamento ambiental destes empreendimentos, segundo a Instrução Normativa IAP/DIRAM nº 105.006 de 23 de junho de 2009, na qual exige-se a instalação de dispositivos para tratamento dos dejetos, mas não há obrigatoriedade que este seja feito em biodigestores.

De acordo com 100% dos pesquisados, quando havia o tratamento dos dejetos por meio da tecnologia de biodigestão anaeróbia, todas as exigências ambientais relacionadas ao tratamento de resíduos eram atendidas e não exigiam-se medidas adicionais.

Em contrapartida, os órgãos ambientais de alguns municípios reconhecem os benefícios ambientais obtidos apenas com o uso de biodigestores e preferem interferir, exigindo a implantação desta tecnologia em casos específicos, como em propriedades suínolas próximas à cidade ou centro populacional (redução de odor gerado) e em propriedades dentro da bacia de manancial (evitar contaminações).

A primeira situação foi definida pelo Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável e Meio Ambiente do município de Cafelândia, redigido em Ata própria nº 05, de 29 de maio de 2012, e a segunda disposta na Lei Complementar nº 81, de 14 de dezembro de 2011, a qual altera o artigo 38, da Lei Complementar Municipal nº 53, de 21 de novembro de 2008, que institui o Plano Diretor do Município de Marechal Cândido Rondon e dá outras providências.

Ao serem questionados sobre o que trazia melhores resultados: biodigestor ou sistema de esterqueira, 100% dos entrevistados optaram pelo biodigestor. Os principais pontos levantados que motivaram a essa escolha foram a obtenção de um biofertilizante de melhor qualidade e a redução do odor.

Bartholomeu et al. (2006) inferem que apesar do baixo custo de implantação, as esterqueiras possuem como desvantagens a emissão de odor, produção de GEE, lodo e efluentes com alto potencial poluente, alto risco de acidente ambiental pelo seu rompimento, entre outros. Em contrapartida o biodigestor, que requer um investimento inicial maior, possibilita a diminuição do odor e das moscas, alta redução de carga orgânica, produção de biofertilizante e biogás, entre outros.

Segundo 100% dos entrevistados, o uso de biodigestores oferece suporte para ampliar/melhorar a sustentabilidade.

A definição mais difundida do termo sustentabilidade é a da Comissão Brundtland (CMMAD, 1988), a qual considera que o desenvolvimento sustentável deve satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Essa descrição deixa evidente um dos princípios básicos de sustentabilidade: a visão de longo prazo, uma vez que os interesses das futuras gerações devem ser analisados.

Desde essa definição, inúmeras outras surgiram e, certamente, muitas outras virão a existir, entretanto, quando analisadas de forma minuciosa, o ponto comum entre todas são as dimensões que compõem esse termo. A maioria dos estudos apontam que a sustentabilidade é composta de três dimensões que se relacionam, sendo elas: econômica, ambiental e social (CLARO et al., 2008).

Carvalho et al. (2017) levantaram as principais pesquisas, dos mais variados autores, sobre os benefícios da implantação de biodigestores nestas três dimensões, sendo na econômica: geração de energia, produção de biofertilizante e redução de custos; na social: geração de renda, biogás para cozinhar, melhoria da qualidade de vida e redução do êxodo rural; e na ambiental: destinação de resíduos, redução de GEE/créditos de carbono e tecnologia limpa/ecoinovação.

Marian et al. (2016), em seu estudo, ressaltam que a aplicação de biodigestores permite a geração de atividades não agrícolas que contribuem para o desenvolvimento rural sustentável.

Ainda, Coimbra-Araújo et al. (2014) incitam que o biogás é um mobilizador de desenvolvimento regional, porque pode ser produzido com substratos oriundos de diversas atividades produtivas e locais, como: agropecuária, indústria, estações de tratamento de efluentes e aterros sanitários.

Biasi et al. (2018) reiteram que o emprego deste aparelho coopera para a integração das atividades agropecuárias, transformando os resíduos em importantes elementos (energia renovável e fertilizante) para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Para 30% dos entrevistados, a implantação dos biodigestores nas propriedades foi feita de forma independente, por intermédio da contratação de serviços de empresas privadas (Avesuy, BioTer e Bioköhler), sendo que as despesas estão listadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Investimento inicial para implantação dos biodigestores por empresas privadas nas propriedades entrevistadas

<b>N.</b>	<b>Quantidade de biodigestor</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
Produtor 1	01	80.000,00	80.000,00
Produtor 2	01	120.000,00	120.000,00
Produtor 3	01	78.000,00	78.000,00
Produtor 5	01	60.000,00	60.000,00
Produtor 6	01	145.000,00	145.000,00
Produtor 7	02	60.000,00 e 130.00,00	190.000,00
Produtor 12	02	100.000,00 e 100.000,00	200.000,00
Produtor 13	01	30.000,00	30.000,00
Produtor 21	02	150.000,00 e 150.000,00	300.000,00

Ressalta-se que o Produtor 13 teve um custo reduzido na implantação do biodigestor em sua propriedade em razão de um subsídio recebido por intermédio do convênio firmado entre a prefeitura do município em que a propriedade estava inserida e a Itaipu Binacional. De acordo com a Plataforma de Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável (2019, p. 1), esta parceria tinha como objetivo geral “promover a inserção do pequeno produtor de agroenergia e fortalecer a agricultura familiar por meio da difusão tecnológica no campo e geração de renda a partir da biomassa residual”.

Os 70% dos entrevistados restantes não possuíam informações sobre os custos, pois a instalação dos biodigestores nas granjas partiu do interesse da empresa integradora Sadia, por meio do Programa 3S, o qual ocorreu sem ônus aos integrados.

Conforme Barichello (2010, 2015), a Sadia promoveu a divulgação do projeto entre os suinocultores que tinham contrato em sistema de parceira, no qual a adesão era voluntária e o investimento dos integrados seria mínimo. A motivação do projeto era a comercialização de créditos de carbono, cuja negociação era feita pela Sadia junto a países europeus, além de melhorar a qualidade da propriedade do integrado nos aspectos social, econômico e ambiental. Os biodigestores instalados pelo projeto foram encomendados pela empresa integradora a fornecedores nacionais.

Ainda segundo os entrevistados que foram contemplados com o projeto, o comprometimento desses junto à empresa integradora responsável pela implantação dos biodigestores consistia em, por um período de 10 anos, zelar pelos aparelhos instalados e, caso houvesse algum infortúnio, deveriam informar aos técnicos responsáveis, enquanto a empresa integradora se responsabilizava pela quantificação do biogás gerado e manutenção dos biodigestores.

Neste tempo, o biogás gerado seria somente queimado em flare (equipamento responsável pela queima do biogás em altas temperaturas), com o intuito de acreditação do crédito de carbono. Todavia, antes do fim do acordo, a empresa em questão foi vendida a outro grupo comercial, a BRF, a qual não deu prosseguimento ao programa, entregando o biodigestor (já instalado) para os suinocultores (BARICHELO, 2010, 2015).

Observa-se na Figura 7 que 73% dos entrevistados responderam que não possuíam assistência técnica aos biodigestores em suas propriedades. A maioria destes respondentes relataram que esta chegou a ser disponibilizada pela integradora no passado, sem nenhum custo aos integrados, por meio do Programa 3S já

mencionado, porém com o fim deste, o serviço deixou de ser disponibilizado. Após este período, os produtores passaram a fazer, por conta própria, pequenos reparos nos sistemas.

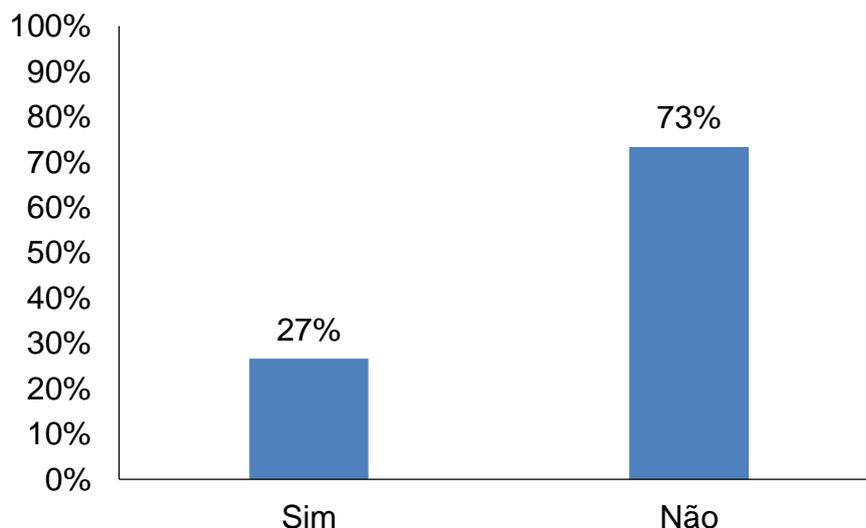
Xenos (2004) define manutenção como o conjunto de atividades desenvolvidas com o propósito de manter a função original dos equipamentos, precavendo a degradação ocasionada pela utilização ou desgaste natural, evitando a ocorrência ou reincidência de falhas, tendo como intenção aumentar a produtividade.

Fonseca et al. (2016) mencionam em seu estudo que a manutenção é um item extremamente importante para garantir e prolongar a vida útil dos equipamentos e sua ausência pode resultar na inviabilidade de um processo produtivo.

De acordo com Kardec e Nascif (2005), assegurar a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações é o objetivo da manutenção, por meio da qual é possível garantir a confiabilidade e a segurança de um processo.

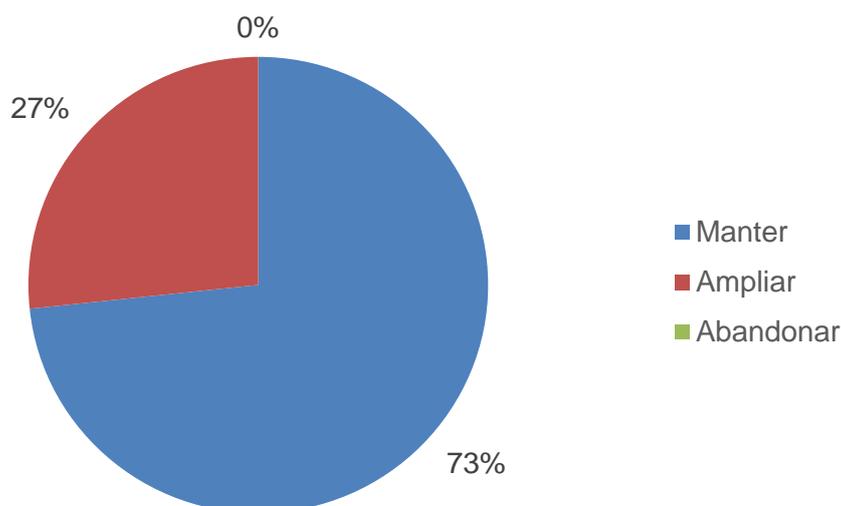
Conforme os entrevistados que possuíam assistência técnica (27%), esta era fornecida pelas próprias empresas que fizeram a instalação dos biodigestores, sem custo ou com um custo baixo; por empresas privadas contratadas, com os custos variando dependendo do serviço prestado; ou pela CIBiogás, através da formação de convênio, sem custos ao produtor.

Figura 7 - Presença de assistência técnica aos biodigestores na propriedade



Finalmente, quando questionado aos produtores suínolas qual era o posicionamento em relação à tecnologia dos biodigestores, a maioria afirmou que tinha intenção de manter a atividade, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Posicionamento dos produtores em relação à tecnologia dos biodigestores



Segundo os entrevistados, esta decisão estava baseada nos já citados benefícios proporcionados por esta tecnologia, além do fato de que os biodigestores já estavam dimensionados de acordo com os volumes de animais existentes nas propriedades, atendendo assim as necessidades dos produtores.

## 5 CONCLUSÃO

Após análise e discussões dos dados, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Cerca de metade dos entrevistados apontaram que a utilização do biogás ainda era pequena e o aumento do seu uso poderia ampliar os benefícios da tecnologia;
- A maioria dos entrevistados consideraram que o biodigestor melhora a qualidade do dejetos na forma de biofertilizante;
- Grande parte dos produtores que ainda aplicavam adubo químico em suas propriedades reconheceram que houve uma redução significativa na sua aplicação após o emprego deste associado ao biofertilizante, resultando em economia;
- O principal uso do biogás era a energia elétrica, a qual esteve presente nas respostas de 17% dos entrevistados, sendo que mais 43% dos entrevistados tinham a intenção de adquirir geradores, totalizando assim 60% do público avaliado;

- Uma das principais vantagens obtidas pela utilização do sistema de biodigestores foi a redução do odor gerado pelos dejetos, apontada por 47% dos entrevistados;
- A maioria dos entrevistados indicaram que a poluição dos recursos hídricos, do solo e do ar eram os impactos ambientais decorrentes da suinocultura sem a utilização de biodigestores;
- 100% dos entrevistados afirmaram que os biodigestores traziam melhores resultados do que os sistemas de esterqueiras;
- 100% dos entrevistados consideraram que os biodigestores eram importantes para ampliar a sustentabilidade da propriedade rural;
- Apesar dos entraves, dificuldades e falta de incentivos enfrentados pelos produtores no sistema de biodigestores, nenhum manifestou interesse em abandoná-lo. Na realidade, 27% dos entrevistados pretendem ampliar o uso desta tecnologia.

## REFERÊNCIAS

ABIOGÁS – Associação Brasileira de Biogás e Biometano. **Proposta de Programa Nacional do Biogás e do Biometano PNBB**. São Paulo: ABiogas, versão 1, 2015. Disponível em: <<http://www.energiaeclima.com.br/wp-content/uploads/2017/Biogas.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

AEN - Agência Estadual de Notícias do Estado do Paraná. **Paraná inaugura primeira termelétrica de biogás do Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103025&tit=Parana-inaugura-primeira-termeletrica-de-biogas-do-Brasil>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná. **Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná**. Bacias hidrográficas do Estado do Paraná. 2018. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=73>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

AHLERT, A. **Ética e bioética do desenvolvimento sustentável**. Ahlert, A.; Neukirchen, L.C. (org). Curitiba: CRV, 2017. 258 p.

ALBARRACIN, A.L.T. **Biogás oriundo de resíduos como vetor energético no Brasil**. 2016. 115 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistema Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2016.

ALVES, L.R.; PAIVA, C.A.N. Determinantes do desempenho diferenciado de mesorregiões selecionadas do Sul do Brasil no período de 1970 e 2000. In: VI ENABER - Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, Sergipe, 2008.

AMORIN, A.C.; LUCAS JUNIOR, J.; RESENDE, K.T. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 16-24, 2004.

BANCO DO BRASIL S/A. **Programa Agro Energia do Banco do Brasil**. 2019. Disponível em: <[https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio--produtos-e-servicos/agronegocio-sustentavel/programa-agro-energia#/>. Acesso em: 26 jul. 2019.](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio--produtos-e-servicos/agronegocio-sustentavel/programa-agro-energia#/)

\_\_\_\_\_. **BB lança programa para energia limpa e estima liberar R\$ 2,5 bilhões**. 2017. Disponível em: <[https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/54949/BB%20lan%C3%A7a%20programa%20para%20energia%20limpa%20e%20estima%20liberar%20R\\$%202,5%20bilh%C3%B5es#/>. Acesso em: 26 jul. 2019.](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/54949/BB%20lan%C3%A7a%20programa%20para%20energia%20limpa%20e%20estima%20liberar%20R$%202,5%20bilh%C3%B5es#/)

BARICHELO, R.; HOFFMANN, R.; CASAROTTO FILHO, N.; BRONDANI, J.C.; FERNANDO BERNARDI, F. O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região Noroeste do Rio Grande do Sul. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial. Belo Horizonte, 2011.

BARICHELO, R. **O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor**: um estudo de caso da região noroeste do Rio Grande do Sul. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Santa Maria, 2010.

\_\_\_\_\_. **Concepção de condomínios de agroenergia**: análise e proposta de metodologia para aplicação em áreas de concentração da suinocultura. 2015. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2015.

BARTHOLOMEU, D.B.; BARTHOLOMEU, M.B.; CARVALHO, T.B.; MIRANDA, S.H.G. Legislação de recursos hídricos e o tratamento de dejetos na suinocultura paulista. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia e Rural - Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento. Fortaleza, 2006.

BAZANI, S. Biofertilizantes: uso reduz custos de produção. **Gazeta Digital**, Cuiabá, 2012. Disponível em: <<http://www.gazetadigital.com.br/pdf/m03a12/g3001e-c.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

BENEDI, J.M.H. **El ambiente de los alojamientos ganaderos**. Ministério da Agricultura, Pesca y Alimentacion, Servicio de Extensión Agrária, Madri. Hojas Divulgadoras, n. 6, 1986.

BIASI, C.A.F.; MARIANI, L.F.; PICINATTO, A.G.; ZANK, J.C.C. **Energias renováveis na área rural da Região Sul do Brasil**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2018. 202 p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.512, de 14 de outubro de 2011**. Institui o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais; altera as Leis nºs 10.696, de 2 de julho de 2003, 10.836, de 9 de janeiro de 2004, e 11.326, de 24 de julho de 2006. Brasília, 2011.

CARVALHO, E.S.; NESKE, D.A.L.; SALZER, E.; JOHANN, J.A. Viabilidade e benefícios de implantação de pequenos biodigestores em propriedades de agricultura familiar. **In: VI Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**. São Paulo, 2017.

CASAGRANDE, L.F. **Avaliação descritiva de desempenho e sustentabilidade entre uma granja suinícola convencional e outra dotada de um biosistema integrado (B.S.I.)**. 2003, 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CASTANHO, D.S.; ARRUDA, H.J. Biodigestores. **In: VI Semana de Tecnologia em Alimentos**. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v. 2, n. 21, 2008.

CERVI, R.G. **Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia: estudo de caso em unidade biointegrada**. 2009, 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2009.

CERVI, R.G.; ESPERANCINI, M.S.T.; BUENO, O.C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**, p. 831-844, 2010.

CIVARDI, J.F.D.; CASTRO, D.M.; REIS, J.G.M.; CASAROTTO, E.L. Alternativas sustentáveis com o uso de biodigestores e logística integrada na suinocultura: uma análise para a região de Itaporã-MS. **In: XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. São Paulo: FEAUSP, p. 01-16, 2014.

CLARO, P.B.O.; CLARO, D.P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração**, v. 43, n. 4, p. 289-300, 2008.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Tradução de Our common future. 1. ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 430 p. 1991.

COIMBRA-ARAÚJO, C.H.; MARIANE, L.; BLEY JR., C.; FRIGO, E.P.; FRIGO, M.S.; ARAÚJO, I.R.C.; ALVES, H.J. Brazilian case study for biogas energy: Production of

electric power, heat and automotive energy in condominiums of agroenergy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 40, p. 826–839, 2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília: 17 de fevereiro de 1986.

COSTA, O.A.D.; LUDKE, J.V; COSTA, M.J.R.P. Aspectos econômicos de bem-estar animal no manejo dos suínos da granja ao abate. **In: Seminário Internacional de Aves e Suínos**. Florianópolis, p.1-25, 2005.

COUTO, L.C.; COUTO, L.; WATZLAWICK, L.F; CÂMARA, D. Vias de valorização energética de biomassa. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 71-92, 2004.

CRUZ, A.; WANDER, A.; SOUSA, A. Viabilidade econômica do uso do biodigestor na suinocultura. **In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER**. Londrina, 2007.

ESPERANCINI, M.S.T.; COLEN, F.; BUENO, O.C.; PIMENTEL, A.E.B.; SIMON, E.J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 1, p. 110-118, 2007.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura/INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Perfil da agricultura familiar no Brasil**: dossiê estatístico. 1996. Brasília.

FEIDEN, A. **Avaliação de alternativas de armazenamento de biogás em baixa e média pressão para uso estacionário em pequenas propriedades rurais**. Relatório das Atividades de Licença Sabática, 22 p. 2019.

FERREIRA, J. **Produção de biogás e funcionamento de biodigestores no ensino de ciências**. 2013, 44 f. Monografia de Especialização (Especialização no Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

FONSECA, A.F.; SILVA, R.N.; PEREIRA, K.R.A.; BENEVIDES, M.M.S.; MARINHO, M.M.A. Análise dos planos de manutenção para os equipamentos do sistema de medição de gás numa empresa de ramo petroquímica. **In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Contribuições da Engenharia de Produção para melhores práticas de gestão e modernização do Brasil**. João Pessoa, 2016.

FONSECA, F.S.T.; ARAÚJO, A.R.A.; HENDGES, T.L. Análise de viabilidade econômica de biodigestores na atividade suinícola na cidade de Balsas-MA: um estudo de caso. **In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER**. Porto Alegre, 2009.

FRIGO, K.D.A.; FEIDEN, A.; GALANT, N.B.; SANTOS, R.F.; MARI, A.G.; FRIGO, E.P. Biodigestores: seus modelos e aplicações. **Acta Iguazu**, v. 4, n. 1, p. 57-65, 2015.

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 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GENOVA, J.L.; PUCCI, L.E.; SARUBBI, J. Estratégias para diminuir o impacto ambiental da suinocultura. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 1, p. 3891-3902, 2015.

GESSULLI - Instituto Oswaldo Gessulli. **Você sabe onde fica o maior centro produtivo de proteína animal do mundo?** AveSui EuroTier South America. 2019. Disponível em: <<https://www.avesui.com/noticias/voce-sabe-onde-fica-o-maior-centro-produtivo-de-proteina-animal-do-mundo/20190227-150404-l791>>. Acesso em: 26 de jun. 2019.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná/DIBAP - Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas. **Dados sobre as unidades de conservação.** 2012. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1211>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná/DIRAM - Diretoria de Controle de Recursos Ambientais. **Instrução Normativa 105.006**, de 23 de junho de 2009. Estabelecer as características dos empreendimentos, critérios - inclusive locacionais e técnicos, procedimentos, trâmite administrativo, níveis de competência e premissas para o Licenciamento Ambiental de Empreendimentos de Suinocultura. Curitiba, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas – DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2019.** 2019a. Disponível em: <[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/7d410669a4ae85faf4e8c3a0a0c649c7.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/7d410669a4ae85faf4e8c3a0a0c649c7.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2019.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Ranking - Todos do Brasil por efetivo do rebanho em cabeças.** 2019b. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/pecuaria.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html)>. Acesso em: 28 nov. 2019.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense.** Curitiba: BRDE, 2004.

\_\_\_\_\_. **Relação dos municípios do estado ordenados segundo as mesorregiões e as microrregiões geográficas do IBGE - Paraná.** 2012. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base\\_fisica/relacao\\_mun\\_micros\\_mesos\\_para\\_na.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/relacao_mun_micros_mesos_para_na.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2019.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, v. 4, Agriculture, Forestry

and Other Land Use, chapter 10. 2006. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

ITO, M.; GUIMARÃES, D.D.; AMARAL, G.F. **Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 44, p. 125-156. 2016.

JENDE, O.; ROSENFELDT, S.; COLTURATO, L.F.D.B.; GOMES, F.C.S.P.; PLATZER, C.; SERAVAL, T.A.; HOFFMANN, H.; CABRAL, C.B.G.; BURKARD, T.; LINNENBERG, C.; NAU, D.; PEREIRA, A.; MARIANI, L. **Barreiras e propostas de soluções para o mercado de biogás no Brasil**. Probiogás; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ). Brasília: Ministério das Cidades, 2016. 74 p.

JUNGES, D.M.; KLEINSCHMITT, S.C.; SHIKIDA, P.F.A.; SILVA, J.R. Análise econômico-financeira da implantação do sistema de biodigestores no Município de Toledo (PR). **Revista de Economia**, v. 35, n. 1, a. 33, p. 7-30, 2009.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção função estratégica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

KONZEN, E.A. Biodigestores para tratamento de dejetos de suínos. **In: Reunião Técnica sobre Biodigestores para Tratamento de Dejetos de Suínos e Uso de Biogás**. Concórdia: Embrapa Suínos Aves, 2006. 38 p. (Documentos, 106).

\_\_\_\_\_. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. **In: Seminário Técnico da cultura de milho**. Videira: EMBRAPA, 2003. p. 01-16.

KUNZ, A.; SCHIOCHETTA, O.; MIELE, M.; GIROTTO, A. F.; SANGOI, V. **Comparativo de custos de implantação de diferentes tecnologias de armazenagem / tratamento e distribuição de dejetos suínos**. Circular técnica n. 42. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, a. XV, n. 3, p. 28-35, 2006.

LIMA, A.P. Bancos oferecem linhas de crédito para compra de equipamentos. **Folha de Boa Vista**, Roraima, 2018. Disponível em: <<https://folhabv.com.br/noticia/Bancos-oferecem-linhas-de-credito-para-compra-de-equipamentos/44937>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

LOPES, C.R.M.; FILHO, N.R.A.; ALVES, M.I.R.A.; Impactos ambientais e sociais causados por voláteis emanados por excretos de suínos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 3556-3565, 2013.

LUCAS JR., J; SANTOS, T.M.B.; OLIVEIRA, R.A. Possibilidade de uso de dejetos no meio rural. **In: Workshop Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira**, 1, 1999, Campinas. Memória. Embrapa Meio Ambiente, 1999. p. 42.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. BADEP: UFPR: IBPT, Paraná, 1968.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON. **Lei Complementar nº 81, de 14 de dezembro de 2011**. Altera o artigo 38, da Lei Complementar Municipal nº 053/2008, que institui o Plano Diretor do Município de Marechal Cândido Rondon e dá outras providências. Marechal Cândido Rondon, 2011.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 53, de 21 de novembro de 2008**. Institui o Plano Diretor do Município de Marechal Cândido Rondon e dá outras providências. Marechal Cândido Rondon, 2008.

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

MARIN, M.Z.; BLEY JR., C.J.; GONZALES, R.H.A. Espaços Rurais: além dos alimentos, a vocação energética. **Boletim de Geografia**, v. 34, n. 3, p. 63–80, 2016.

MARTINE, G.; ALVES, J.E.D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, 2015.

MATER, A. **Biogás da suinocultura, onde não podemos errar mais**. Biomassa & Bioenergia. Gessulli Atribusiness. 2018. Disponível em: <<https://www.biomassabioenergia.com.br/imprensa/biogas-da-suinocultura-onde-nao-podemos-errar-mais/20180710-085433-g842>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

MIELE, M.; WAQUIL, P.D. **Estrutura dos contratos de integração na suinocultura de Santa Catarina**. Comunicado Técnico 429. Embrapa. 2006.

MIRANDA, A.P.; AMARAL, L.A.; LUCAS JR., J. Influência da temperatura na biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos e suínos. **In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**, p. 2928-2931, 2006.

MIRANDA, C.R. **Avaliação de estratégias para a sustentabilidade da suinocultura**. 2005. 263 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NOBRE, C.A.; REID, J.; VEIGA, A.P.S. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas**. São Paulo: Rede Clima/INPE, 2012. 44 p.

NOLASCO, M.A.; GLASER JR., P.R.; BAGGIO, R.B.; GRIEBELER, J. Implicações ambientais e qualidade da água da produção animal intensiva. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 19-26, 2005.

OLIVER, A.P.M. (org.). **Manual de treinamento em biodigestão**. 2008. 23 p.

OLIVEIRA, P.A.V. (coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Documentos 27. Concórdia: EMBRAPA-CNPSEA, 1993. 188 p.

\_\_\_\_\_. Uso racional da água na suinocultura. **In:** Embrapa Suínos e Aves. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamentos 2002 - Santa Catarina. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p. 63-71.

OLIVEIRA, P.A.V.; NUNES, M.L.A. **Sustentabilidade ambiental da suinocultura.** Workshop sobre Tecnologias para a Remoção de Nutrientes de Dejetos de Origem Animal. Embrapa Suínos e Aves, Santa Catarina. 2005. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0205\\_oliveira.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0205_oliveira.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2019.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 09 jan. 2020.

PARANÁ. Resolução CEMA nº 65, de 01 de julho de 2008. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente e adota outras providências. Curitiba (PR): **Diário Oficial do Estado**, 2008.

PAZZINI, I.N. **O gestor público e a relevância ambiental da implantação de biodigestores na zona rural dos municípios: o caso de Piquete/SP.** 2013, 78 f. Monografia de Especialização (Especialista em Gestão Pública Municipal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

PERDOMO, C.C. Suinocultura e meio ambiente. **In:** Workshop Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira, 1, 1999, Campinas. Memória. Embrapa Meio Ambiente, 1999. p. 43.

PEREIRA, E.R.; DEMARCHI, J.J.A.A.; BUDIÑO, F.E.L. **Biodigestores - Tecnologia para o manejo de efluentes da pecuária.** 2009. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1255981651.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

PERUZZATO, M. **Avaliação de desempenho de granjas suinícolas pelo emprego de indicadores de sustentabilidade.** 2009. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Gerenciamento de Resíduos) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2009.

PLATAFORMA DE BOAS PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Condomínio Ajuricaba de agroenergia para agricultura familiar (01 B).** 2019. Disponível em: <<http://www.boaspraticas.org.br/index.php/pt/areas-tematicas/energias-renovaveis/16-condominio-ajuricaba-de-agroenergia-para-agricultura-familiar>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAFELÂNDIA - PR. Cafelândia. **Ata nº 5 da reunião realizada no dia 29 de maio de 2012.** Livro de Atas do Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável e Meio Ambiente, 50 p., 13-14 p.

QUADROS, D.G.; VALLADARES, R.; REGIS, U.; OLIVER, A.; SANTOS, L.S.; ANDRADE, A.P.; FERREIRA, E.J. Produção de biogás e caracterização do biofertilizante usando dejetos de caprinos e ovinos em biodigestor de pvc flexível. **In:**

4º Congresso Internacional de Bioenergia e Congresso Brasileiro de Geração Distribuída e Energias Renováveis. Curitiba: UFPR, p. 1-10, 2009.

QUADROS, R.; TAVARES, A.N.; SANTOS, G.V.D.; BAJAY, S. **Desenvolvimento de arranjos técnicos e institucionais para o aproveitamento de biogás, através da geração de energia elétrica, oriundo de resíduos sólidos urbanos**. Relatório 2: Políticas Industriais, Tecnológicas e Energéticas de Fomento. São Paulo, 2016.

RBA – Rede Brasil Atual. **Sem redução nas emissões de CO<sub>2</sub>, Brasil deve descumprir Acordo de Paris**. 2019. Disponível em: <<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2019/11/sem-reducao-nas-emissoes-de-co2-brasil-deve-descumprir-acordo-de-paris/>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

REBONATO, F.R. Diferentes tecnologias para armazenamento e tratamento de dejetos animais. In: III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, 2012.

RIBEIRO, F.D. **Walt Whitman Rostow e a problemática do desenvolvimento: ideologia, política e ciência na Guerra Fria**. 2007. 446 f. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SEGANFREDO, M.A. Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo do solo. **Embrapa Suínos e Aves**, Série Comunicado Técnico – 268. 2000.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M.; COOK, S.M. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Herder, 1967. 687 p.

SGANZERLA, E. **Biodigestores: uma solução**. Porto Alegre. Agropecuária, 1983. 86 p.

SILVA, C.L.; BASSI, N.S.S. Análise dos impactos ambientais no Oeste Catarinense e das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves. **Informe Gepec**, Toledo, v. 16, n. 1, p. 128-143, 2012.

USDA - United State Department of Agriculture. National Engineering Handbook. **Agricultural Waste Management Field Handbook**. 1994.

XENOS, H.G.P. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

ZONIN, W.J.; AHLERT, A.; SILVA, C.A.; GRANDI, A.M.; SILVA, N.L.S.; ZONIN, V.J.; FÜLBER, V.M. Ética, meio ambiente e desenvolvimento rural: questões que desafiam as ciências agrárias no Brasil. In: ZAMBOM, M.A.; KUHN, O.J.; SILVA, N.L.S.; STANGARLIN, J.R.; NUNES, R.V.; FÜLBER, V.M.; EYNG, C. (org.). **Ciências agrárias: ética do cuidado, legislação e tecnologia na agropecuária**. 2017, cap.1, p. 1-35.

## CONCLUSÕES GERAIS

O desenvolvimento da pesquisa a partir da elaboração dos três artigos permitiu verificar que o Brasil apresenta um potencial elevado para se destacar no cenário de produção de biogás através da tecnologia de biodigestores, pois apresenta uma ampla quantidade de dejetos de animais disponíveis.

A região Oeste do Paraná tem se consolidada como uma das mais fortes em relação à suinocultura. Em razão disto, nesta localidade, foram avaliadas amostras da percepção de diferentes atores desta atividade, os quais incluíram desde produtores rurais até empresas integradoras e órgãos reguladores, por meio da matriz SWOT, para identificar os principais pontos positivos e negativos em relação à tecnologia abordada. Por esta análise foi verificado que os pontos positivos superaram os negativos, destacando-se os benefícios para o meio ambiente, a produção de energia e biofertilizante.

Sendo assim, recomenda-se que a tecnologia de biodigestores seja utilizada em espaços rurais, principalmente por produtores da agricultura familiar, em razão da redução das emissões de GEE; diminuição do uso de adubo químico, resultando em menores custos de produção; bem como da melhora significativa na qualidade de vida destes e de suas criações.

Outro assunto importante é que ainda há um grande espaço para a ampliação do uso de energia elétrica nas propriedades rurais, que pode aumentar caso haja estímulos para aquisição de geradores.

Percebeu-se, de forma geral, que mesmo com todas as limitações indicadas deste sistema, há uma vontade muito grande por parte dos entrevistados de que esta tecnologia se desenvolva por meio de medidas impulsionadoras e estruturantes.

Observa-se, porém, que isso somente será possível com uma firmeza de propósitos da ação do poder público, acompanhada do envolvimento efetivo da sociedade na construção de soluções. Através de medidas que visem incentivar, executar e assegurar a tecnologia de biodigestores e que criem as condições de desenvolvimento do setor de biogás no Brasil será possível a implementação de um processo que busque atingir o desenvolvimento rural sustentável, no qual haja a prática de consumir sem esgotamento, de viver sem comprometer a vida e de ter responsabilidade com o futuro.

## REFERÊNCIAS GERAIS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2019**. 2019. Disponível em: <<http://cleandrodias.com.br/wp-content/uploads/2019/05/RELATO%C3%ACRIO-ANUAL-ABPA-2019.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

AEN - Agência Estadual de Notícias do Estado do Paraná. **Exportação de suínos cresce 73% e pode aumentar no 2º semestre**. 2019. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=102439&tit=Exportacao-de-suinos-cresce-73-e-pode-aumentar-no-2o-semester>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

ALVES, L.R.; PAIVA, C.A.N. Determinantes do desempenho diferenciado de mesorregiões selecionadas do Sul do Brasil no período de 1970 e 2000. **In: VI ENABER - Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. Sergipe, 2008.

AMARAL, C.M.C.; AMARAL, L.A.; LUCAS JR, J.; NASCIMENTO, A.A.; FERREIRA, D.S.; MACHADO, M.R.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, 2004.

CONCEIÇÃO NETO, A.A. **Impacto econômico-financeiro resultante da implantação de tecnologias de manejo, tratamento e valorização de dejetos de animais, em propriedades suinícolas**. 2004. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CRUZ, A.F.; WANDER, A.E.; SOUSA, A.G.; SILVA JR., R.P. RIBEIRO, F.L. Viabilidade econômica do uso do biodigestor na suinocultura. **In: XLV Congresso da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Londrina, 2007.

DEPENBUSCH, L.; KLASSEN, S. The effect of bigger human bodies on the future global calorie requirements. **PLoS ONE**. 2019. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0223188>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

GAMA, M.L.S. **Planejamento e gestão do tratamento de dejetos suínos no Distrito Federal**: aplicação de instrumentos de avaliação multicriterial. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

GODFRAY, H.C.J.; BEDDINGTON, J.R.; CRUTE, I.R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J.F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS, S.M.; TOULMIN, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, p. 812-818, 2010.

HELFAND, S.M.; REZENDE, G.C. Mudanças na distribuição espacial da produção de grãos, aves e suínos no Brasil: o papel do Centro-Oeste. **Revista de Planejamento e**

**Políticas Públicas** – Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada, Brasília, n. 19, p. 219-273, 1999.

KINVER, M. Em mundo mais populoso e gordo, produção de comida terá de crescer 80% até fim do século, diz estudo. **BBC News**. 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-50914128>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

KONZEN, E.A. Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola. In: VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura - AVESUI Centro-Oeste. Seminários Técnicos de Suinocultura. Goiânia: Associação Goiana de Suinocultores, 2005.

KUNZ, A.; CHIOCHETTA, O.; MIELE, M.; GIROTTO, A.F.; SANGOI, V. **Comparativos de custos de implantação de diferentes tecnologias de armazenagem / tratamento e distribuição de dejetos de suínos**. Circular Técnica, Concórdia, n. 42, 2005. 16 p.

LUCAS JR., J. Aproveitamento energético de resíduos da bovinocultura. In: Gestão Ambiental e Políticas para o Agronegócio do Leite. 2004.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Perspectivas Mundiais de população 2019: Destaques**. 2019. Disponível em: <[https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2020.

PEREIRA, E.R.; DEMARCHI, J.J.A.A.; BUDIÑO, F.E.L. **A questão ambiental e os impactos causados pelos efluentes da suinocultura**. 2009. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_3/QAmbiental/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/QAmbiental/index.htm)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

PILLON, C.N.; MIELNICZUK, J. **Efeito estufa: potencialidades e contribuições da agricultura**. Documentos 109. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 17p.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. **Mapeamento da suinocultura brasileira**. Brasília, 2016, 376 p.

SEGANFREDO, M.A.; GIROTTO, A.F. **Viabilidade econômica do tratamento dos dejetos na criação de suínos**. Comunicado técnico, Concórdia, n. 301, 2002. 12 p.

US Census Bureau - United States Census Bureau. **Projected global population growth through to 2050**. International database. 2016.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO (PRODUTORES)

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_.

### **Informações gerais da propriedade rural pesquisada**

Nome do responsável pela unidade:

Localização da propriedade:

Coordenadas:

Contato:

Área total da propriedade:

Número de funcionários:

Atividade principal:

Área cultivada (ha):

Atividade agrícola:

Plantel de suínos:

Tipo de criação (crescimento, terminação, recria, maternidade, creche, etc):

### **Questões gerais sobre o(s) biodigestor(es) na propriedade**

1. Possui biodigestor(es)? Se sim, quantos?
2. Qual a data de implantação do(s) biodigestor(es)?
3. Qual(is) o(s) modelo(s) do(s) biodigestor(es)?
4. Qual(is) o(s) volume(s) do(s) biodigestor(es)?
5. Qual a produção diária/anual estimada de biogás (m<sup>3</sup>)?
6. Qual a finalidade do biogás produzido? Quantificar o uso (kWh, calor produzido etc).
7. Qual o armazenamento máximo de biogás (m<sup>3</sup>)?
8. Utiliza o biofertilizante de que forma?
  - 8.1 Em quantos hectares?
  - 8.2 Qual seria a quantidade estimada?
9. Em relação ao preço praticado no mercado, quanto a sua propriedade rural economiza em adubos químicos usando os biodigestores para produção de biofertilizante a partir de dejetos suínos?
10. Quais os benefícios que você observou com o uso do biofertilizante?
11. Quais os custos adicionais do biofertilizante em relação ao uso anterior (esterqueiras ou compostagem)?

12. Ainda utiliza adubo químico? Se sim, qual seria a quantidade estimada ou porcentagem do uso em relação ao biofertilizante?
13. Possui motor gerador de energia elétrica? Se não, deseja possuir?
14. O que espera para a suinocultura com o uso dos biodigestores?
15. A integradora incentiva o uso dos biodigestores?
16. Quais são os impactos ambientais causados pela suinocultura sem o uso dos biodigestores?
17. Como se dá o comprometimento da empresa, junto aos suinocultores, referente à operação e implantação dos biodigestores?
18. Como se dá o comprometimento dos suinocultores, junto à empresa responsável pela implantação dos biodigestores?
19. Existe alguma exigência pelo licenciamento ambiental em relação aos biodigestores?
20. Na sua opinião, o que traz melhores resultados: biodigestor ou sistema de esterqueira? Por que?
21. Com o uso de biodigestores todas as exigências ambientais relacionadas ao tratamento de resíduos são atendidas ou órgão ambiental exige medidas adicionais?
22. Os biodigestores oferecem suporte para ampliar/melhorar a sustentabilidade? De que forma?
23. Qual foi a empresa responsável pela implantação do biodigestor em sua propriedade?
24. Quanto foi o investimento inicial para implantação dos biodigestores em sua propriedade?
25. Você tem assistência técnica ao(s) biodigestor(res) na sua propriedade? Se sim, quem fornece? Qual o custo?
26. Como é feita a manutenção dos biodigestores? Qual a frequência e o valor estimado por ano?
27. Qual o seu posicionamento em relação à tecnologia dos biodigestores? Deseja manter, ampliar ou abandonar a atividade? Por que?

## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO (EMPRESAS INTEGRADORAS)**

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_.

### **Informações gerais da instituição pesquisada**

Empresa:

Município:

Nome do titular:

Endereço:

Contato da empresa:

Nome do responsável pelos dados e informações:

Formação:

Cargo:

Tempo de atuação:

Contato do responsável pelos dados e informações:

### **Questões gerais sobre o posicionamento das empresas integradoras no desenvolvimento da suinocultura, instalação, operação e manutenção dos biodigestores na região Oeste do Paraná**

1. Quais são as exigências das integradoras em relação ao tratamento de dejetos dos suínos?
2. A instalação dos biodigestores influencia no preço de compra dos suínos por parte da integradora?
3. A empresa integradora incentiva os suinocultores a instalarem biodigestores em suas propriedades? Se a resposta for sim, quais são os incentivos?
4. Quais são os motivos que influenciam as empresas a implantar os biodigestores nas propriedades rurais?
5. Existe assistência técnica por parte da empresa na operação e manutenção dos biodigestores?
6. Existe um treinamento prévio quanto ao aproveitamento dos resíduos na produção de biogás, geração energia elétrica e produção de biofertilizante?
7. Quais são os modelos de biodigestores mais usados pela empresa responsável pela implantação dos biodigestores na região?

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO (ÓRGÃOS REGULADORES)

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_.

### Informações gerais da instituição pesquisada

Órgão:

Município:

Nome do titular:

Endereço:

Contato do órgão:

Nome do responsável pelos dados e informações:

Formação:

Cargo:

Tempo de atuação:

Contato do responsável pelos dados e informações:

### Questões gerais sobre o posicionamento dos órgãos reguladores em relação a tecnologia da biodigestão anaeróbia

1. Quanto aos aspectos ambientais, existem normas específicas referentes à implantação dos biodigestores?
2. Existem exigências dos órgãos ambientais em relação a implantação dos biodigestores nas propriedades suinícolas? Compreende todo o município ou áreas específicas (mananciais)?
3. Quanto aos métodos utilizados para o tratamento de dejetos existem situações diferenciadas para o licenciamento ambiental? Quais?
4. O órgão possui banco de dados ambientais referentes a tecnologia de biodigestão anaeróbia?
5. O órgão realiza uma fiscalização específica em relação aos dejetos suínos? Se sim, como? Qual a frequência?
6. Existem formas de cooperação técnica com outros órgãos, entidades ou instituições de ensino e pesquisa para o acompanhamento dos biodigestores implantados nas propriedades suinícolas?
7. Há exigências específicas que são aplicados aos produtores de suínos?
8. Quais são os principais problemas que os suinocultores enfrentam na regularização da atividade?

9. A capacidade técnica é suficiente face ao número suinocultores da região a serem acompanhados?
10. Qual o custo médio de cada licença concedida para os suinocultores?
11. O licenciamento ambiental é realizado pelo município ou pelo IAP?
12. As exigências e os prazos estabelecidos nas licenças são cumpridos pela maioria dos suinocultores da região?
13. Quais os critérios e prioridades de acompanhamento das medidas de intervenção e dos programas de monitoramento exigidos nas licenças ambientais e da fiscalização nas propriedades suinícolas?
14. Em caso de descumprimento das condicionantes da licença, quais os tipos de sanções aplicadas?
15. Quais as principais irregularidades constatadas na implantação de métodos voltados ao aproveitamento de dejetos suínos?

## APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do Projeto:** \_\_\_\_\_

**Pesquisador responsável:** Prof. Dr. Armin Feiden - UNIOESTE - Marechal Cândido Rondon. Contato: (XX) XXXXX-XXXX - armin.feiden@gmail.com.

**Colaboradora:** Caroline Monique Tietz Soares - Aluna regular do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - UNIOESTE - Marechal Cândido Rondon. Contato: (XX) XXXXX-XXXX - carol.tietz@hotmail.com.

Convidamos o(a) Sr.(a) a participar da presente pesquisa que tem o objetivo de

\_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_,  
com finalidade didático-científica para elaboração da Tese de Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável da pesquisadora colaboradora.

Para isso será realizado um tratamento a sua pessoa, que consiste na realização de uma entrevista para levantar os dados pertinentes à pesquisa. O entrevistado não pagará e não receberá nada, monetariamente, para participar. Durante a execução do projeto não haverá risco direto para os entrevistados, não objetiva-se causar danos e desconforto aos mesmos, deste modo o participante pode, a qualquer momento, recusar-se a responder e fornecer alguma informação. Para qualquer esclarecimento, dúvida ou relato de algum acontecimento os pesquisadores poderão ser contatados a qualquer momento.

Tendo em vista que objetivo do trabalho é educativo, solicita-se vossa permissão para que a experiência possa ser conhecida e divulgada em meio acadêmico e científico. Evidencia-se que sua privacidade será preservada e, caso as informações forem publicadas, obedecerão às normas científicas e ao consentimento esclarecido do sujeito informante. O presente termo será entregue em duas vias, sendo uma para o participante da pesquisa e outra para o pesquisador. Ao término do projeto, este ficará à disposição dos participantes da pesquisa podendo ser consultado por quem dele necessitar conhecer.

Declaro estar ciente do exposto e concordo em participar do projeto.

Eu, \_\_\_\_\_,  
declaro que forneci espontaneamente as informações ao pesquisador.

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Responsável pela pesquisa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.