

30 de setembro a 4 de outubro
Ponta Grossa - PR - Brasil

USO DE BIODIGESTORES EM PROPRIEDADES RURAIS PARA SUSTENTABILIDADE E COMO FERRAMENTA MITIGADORA DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

USE OF BIODIGESTORS IN RURAL PROPERTIES FOR SUSTAINABILITY AND AS A GAS MITIGATING TOOL FOR GREENHOUSE EFFECT (GHG)

ÁREA TEMÁTICA: OPERAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Aldo Siatkowski, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil, siatkowski.aldo@gmail.com

Jaqueline Soares, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil, jaqueline_soares23@hotmail.com

Serli Aparecida Cipriano, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil, ciprianoserli@yahoo.com.br

Sérgio Luis Dias Doliveira, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil, sldd@uol.com.br

Resumo

A pesquisa buscou compreender como o uso de biodigestores por produtores rurais minimiza o problema de descarte de dejetos, promove sustentabilidade das propriedades rurais agropecuárias e auxilia na mitigação de gases de efeito estufa (GEE), uma vez que o aumento da produção agropecuária será necessário nas próximas décadas, ao mesmo tempo que se intensificam as discussões sobre os efeitos da produção agropecuária, em relação as mudanças climáticas. Partindo dessa proposta, realizou-se estudo com base metodológica qualitativa, com especialistas da área e produtores rurais agropecuários que utilizam biodigestores. Foram realizadas quatro entrevistas com especialistas da área ambiental, e três entrevistas e observações não participantes em visitas realizadas em propriedades rurais. Os resultados desta pesquisa revelam que o biodigestor é eficiente na remoção de carga orgânica, promovendo a sustentabilidade, além de proporcionar benefícios econômicos, sociais e ambientais, como por exemplo a geração de energia elétrica, biogás e biofertilizante. O biodigestor agrega valor para o proprietário rural, melhora a qualidade de vida das famílias agropecuaristas, contribui para o desenvolvimento do país e para a qualidade do meio ambiente na área rural, além de auxiliar na redução de Gases de Efeito Estufa (GEE), colaborando na mitigação das mudanças climáticas. A instalação e a utilização de biodigestores em propriedades rurais enfrentam algumas dificuldades, sendo a principal delas a falta de divulgação, fazendo com que esta tecnologia ainda seja pouco conhecida e aplicada e ainda está mais voltada a visão do tripé econômico do sistema produtivo agropecuário.

Palavras chaves: “sustentabilidade; biodigestor; agronegócios; mudanças climáticas”

Abstract

The research sought to understand how the use of biodigestors by rural producers minimizes the problem of waste disposal, promotes the sustainability of rural agricultural properties and assists in the mitigation of

greenhouse gases (GHG), since the increase in agricultural production will be necessary in the in the coming decades, but on the other hand intensify the discussions on the effects of production on climate change. Based on this proposal, a qualitative methodological study was carried out, with specialists from the environmental area and rural agricultural producers using biodigesters. Four interviews were conducted with environmental experts, and three interviews and observations were not included in visits to rural properties. The results of this research reveal that the biodigester is efficient in the removal of organic load, promoting sustainability, as well as providing economic, social and environmental benefits and benefits, such as electric power generation, biogas and biofertilizer. The biodigester, besides adding value to the rural landowner, improves the quality of life of farming families, contributes to the development of the country and to the quality of the environment in the rural area, besides contributing to the reduction of Greenhouse Gases), helping to mitigate climate change. The installation and use of biodigestors in rural properties face some difficulties, the main one being the lack of dissemination, making this technology still little known and applied and is still more focused on the vision of the economic tripod of the agricultural production system.

Keywords: "sustainability; biodigester; agribusiness; climate changes"

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o segundo maior exportador de alimentos e produtos agropecuários do mundo, com projeções para assumir a liderança nas exportações na próxima década, influenciado principalmente pelo aumento demográfico mundial previsto para as próximas décadas (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico & Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura [FAO], 2015). Esse aumento populacional fará com que o consumo de alimentos se torne cada vez maior.

O Brasil se destaca para suprir essa necessidade, em virtude dos recursos naturais disponíveis, como a qualidade do solo, o clima e água em abundância, que oferecem condições perfeitas à agricultura e pecuária, sendo que, tecnologias e ganhos de produtividade fazem com que o Brasil tenha um grande potencial para abastecer o mundo. Em dez anos, estima-se que a Ásia será o maior consumidor mundial de proteína animal, apresentando grande oportunidade para a agropecuária brasileira (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA] (2016).

Devido ao aumento da produtividade e ao uso desenfreado de recursos naturais para suprir a necessidade por alimentos, vários problemas ambientais se manifestam, como as mudanças climáticas e o aquecimento global. As mudanças climáticas decorrentes dos problemas citados ocorrem principalmente devido às emissões de gases de efeito estufa (GEE) e resíduos poluentes, que vêm afetando o meio ambiente e a qualidade de vida da população. Com isso, faz-se necessário a adequação dos diversos processos que a sociedade em geral utiliza para produzir bens e serviços, por meio de mudanças nos modelos de produção, de forma que possam vir a mitigar esses impactos, e o aumento necessário de produção de alimento se desenvolva de maneira sustentável.

Nesse contexto, é necessário que o país busque o desenvolvimento e incentivos em novas tecnologias, para que possam ser criadas novas fontes de produção de forma sustentável. Conforme descrevem Garcia, Pires e Cunha (2016) o setor agropecuário tem o desafio de produzir e ao mesmo tempo, contribuir para a redução global de GEE que aceleram as mudanças climáticas e podem comprometer o desempenho da atividade, sendo essa preocupação, ainda mais importante em países como o Brasil que tem no setor agropecuário parcela expressiva de geração de renda e emprego.

A partir da preocupação com o futuro do meio ambiente e das necessidades humanas é que a pesquisa decorre, buscando compreender alternativas e maneiras de melhorar o uso dos recursos naturais, barateando a produção e assim gerando melhores condições econômicas para proprietários rurais, suprimindo a necessidade das pessoas com a geração de energia limpa, por meio da transformação da biomassa com uso de biodigestores, e ainda mitigando os gases

de efeito estufa (GEE) que causam grande impacto nas mudanças climáticas.

Conforme descrevem Garcia *et al.* (2016), a utilização de biodigestores na agropecuária, pode auxiliar na redução de cerca de 40% a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e ser fonte de renda adicional para propriedades rurais, todavia é necessária ajuda governamental para que as ações de implantação sejam colocadas em práticas, e além disso os proprietários necessitam de maior conhecimento técnico e assistência de instituições destinadas a esta finalidade

Os biodigestores, conforme descrevem Ferreira e Silva (2009), são equipamentos que respondem pelo aproveitamento e tratamento de resíduos para a geração de energia e produção de biofertilizantes. São equipamentos com câmeras fechadas onde os resíduos orgânicos são fermentados para a geração de uma mistura de gás.

Assim, este estudo tem como objetivo principal, compreender a partir da visão de especialistas e produtores agropecuários, como o uso de biodigestores em propriedades rurais agropecuárias, pode gerar sustentabilidade econômica, social e ambiental, conforme a compreensão do *triple bottom line* (Elkington, 1999), gerando novos produtos como energia e biofertilizantes, contribuindo para o desenvolvimento da economia do país com geração de renda e emprego, e ainda mitigar os gases de efeito estufa (GEE), que tem papel preocupante nas mudanças climáticas que vem ocorrendo no planeta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SETOR RURAL E PROPRIEDADES RURAIS AGROPECUÁRIAS

Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil [CNA] e o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [Cepea] (2019), o produto interno bruto (PIB) do agronegócio, ficou estável no ano 2018, e corresponde a aproximadamente 24% do PIB total brasileiro.

Para manter em crescimento o setor rural, que envolve a agropecuária, o país precisa enfrentar alguns desafios atuais que são tratados em debates internacionais, como a conciliação entre o crescimento econômico e a conservação do meio ambiente. Recentemente algumas políticas e programas governamentais vêm sendo implantados para o desenvolvimento de estratégias, a fim de reduzir os impactos ambientais e obter novos modelos com foco na sustentabilidade ambiental (Sambuichi *et al.*, 2012).

O setor rural, no Brasil, é uma área de crescimento e de grande potencial, e o aumento da produção virá principalmente dos ganhos de produtividade, criando oportunidades para agricultores familiares, todavia é preciso considerar que os consumidores estão mais exigentes quanto aos produtos que chegam às suas mesas (Bojanic, 2017).

Para Gerhardt (2012), o setor rural tem desempenhado um papel importante no desenvolvimento do país, por meio de aspectos como geração de renda e emprego, desenvolvimento agrícola, alto grau de mecanização, rentabilidade e melhoria nos resultados. Contudo o cenário atual da economia brasileira requer da propriedade rural um maior controle e uma atenção especial por parte dos produtores rurais, sendo que o controle e planejamento das atividades da propriedade são fundamentais no seu gerenciamento.

2.2 DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO AGROPECUÁRIO

Graças aos avanços tecnológicos, foi possível vencer os desafios do mundo globalizado e atender a crescente demanda populacional, em que o fluxo de pessoas e mercadorias se tornou maior. Conforme descrito pela Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária [EMBRAPA] (2014), o setor agropecuário, historicamente, vem ao longo dos anos passando por diversas mudanças devido aos impulsos da ciência, da intensificação tecnológica e do aumento da demanda por alimentos, atendendo dessa forma, os interesses dos produtores e demais envolvidos. O setor agropecuário brasileiro passou por intensa revolução tecnológica ao longo das últimas décadas, e culminou em considerável aumento da produtividade no campo, porém, em contrapartida, as operações agropecuárias têm se mostrado como grandes geradoras de resíduos de produção, em todo o mundo (Barichello, Casarotto, Hoffmann, & Deimling, 2012).

No Brasil, o desenvolvimento tecnológico fomentou e transformou radicalmente as atividades e processos no setor rural e vai continuar cada vez mais sendo foco de investimentos por parte dos produtores e dos demais protagonistas dessa transformação, tudo isso visando transformar futuramente o país em um grande produtor no setor rural, mas sem deixar de considerar os impactos ambientais do segmento agropecuário (EMBRAPA, 2014). Com o desenvolvimento tecnológico, a agropecuária brasileira avança na adoção de sistemas produtivos sustentáveis, como forma de erradicar a pobreza no meio rural e melhorar a qualidade de vida do produtor de alimentos, fibras e biocombustíveis (MAPA, 2016).

A produção agropecuária tem a responsabilidade e o desafio de criar processos sustentáveis e inovadores, devido à relação entre a crescente mudança e o rompimento de paradigmas. Cada vez mais serão necessárias que novas tecnologias eficientes sejam criadas para atender as demandas por alimento, fibras, energia e outras matérias-primas para as indústrias, de modo a garantir a segurança alimentar e as fontes energéticas globais, e renováveis (EMBRAPA, 2014).

2.3 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade tem ganhado destaque devido à crescente conscientização da necessidade de melhoria nas condições ambientais, econômicas e sociais, em equilíbrio, de forma a aumentar qualidade de vida de toda a sociedade, preservando o meio ambiente. Nas últimas décadas, o tema sustentabilidade passou a ser amplamente abordado mundialmente (Elkington, 1999). A crescente preocupação com os problemas globais relacionados ao desenvolvimento vem aos poucos trazendo a conscientização das empresas, as quais muitas vezes sofrem pressão de elementos da sociedade ou da legislação atuante e está ligada a aspectos ambientais, sociais e econômicos (Gomes, Peruzatto, Santos, & Sellito, 2014).

Segundo Mendes (2009), a dimensão ambiental refere-se à preservação dos recursos naturais na produção de recursos renováveis e na limitação de uso dos recursos não-renováveis, limitando o consumo de combustíveis fósseis e/ou de recursos ambientalmente prejudiciais, substituindo-os por recursos renováveis e inofensivos, reduzindo o volume de resíduos e de poluição, por meio de conservação, reciclagem e utilização de tecnologias limpas. Para Nascimento (2012) a dimensão ambiental supõe que o modelo de produção e consumo seja compatível com a base material em que se assenta a economia, como subsistema do meio natural. Trata-se daquilo que alguns denominam como ecoeficiência, que supõe uma contínua inovação tecnológica que nos leve a sair do ciclo fóssil de energia (carvão, petróleo e gás) e a ampliar a desmaterialização da economia (Nascimento, 2012).

Para Mendes (2009), a sustentabilidade econômica refere-se à eficácia econômica avaliada em termos macrossociais e não apenas na lucratividade empresarial, desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado, capacidade de modernização contínua dos instrumentos de produção, razoável nível de autonomia na pesquisa científica e tecnológica, inserção soberana na economia internacional.

A última dimensão da sustentabilidade é a social e abrange a necessidade de recursos

materiais e não-materiais, objetivando maior equidade na distribuição da renda, de modo a melhorar substancialmente os direitos e as condições da população e a possibilidade de empregos que assegurem qualidade de vida e igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais (Mendes, 2009). Uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros (Nascimento, 2012).

O setor agropecuário brasileiro tem se destacado na economia nas últimas décadas. Um dos desafios para o desenvolvimento brasileiro é manter o crescimento da produção agropecuária e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos dessa produção sobre os recursos naturais. As políticas governamentais para o setor agropecuário, a pouco tempo, começaram a atender para as questões relativas à sustentabilidade ambiental e a estabelecer programas e metas com esse objetivo. Para que a produção agropecuária se desenvolva com mais sustentabilidade são necessárias várias estratégias (Stead & Stead, 2008) a fim de mitigar os impactos negativos que o setor vem ocasionando ao longo do tempo (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], 2012).

Para que a teoria da sustentabilidade agropecuária se aplique na prática é necessário segundo Silva, Selig, Lerípio e Netto (2013) que o discurso e a prática cheguem ao produtor, e transforme os sistemas de produção, porém é desejável que sejam compreendidos, aceitos e incorporados principalmente pelos técnicos em atuação no meio rural. Para constituir uma sustentabilidade eficiente é ideal que políticas de ação de órgãos de pesquisas, fomento, assistência técnica e extensão rural, sejam integradas com base de conhecimento, promovendo uma transformação positiva e eficaz nos processos agropecuários.

2.4 EFEITO ESTUFA, AQUECIMENTO GLOBAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As emissões de gases de efeito estufa ocorrem praticamente em todas as atividades humanas e setores da economia. Na pecuária, ocorre por meio do tratamento de dejetos animais e pela fermentação entérica do gado (Ministério do Meio Ambiente [MMA], 2017).

A emissão muito elevada de gases de efeito estufa na atmosfera tem provocado o aumento da temperatura do planeta e em consequência eventos climáticos extremos, derretimento dos gelos polares, elevação do nível do mar, furacões, inundações, secas prolongadas, entre outros. Existem evidências que a maior parte do aquecimento observado nos últimos 50 anos é atribuível às atividades humanas. A elevação da temperatura global tem provocado queda significativa na produção de alimentos e prejudicando os seres vegetais e animais do planeta (Leandro, 2013). O aquecimento global é um dos mais graves problemas deste século (Andreassi, Piazza, & Melo, 2010)

Segundo Nascimento (2012), o efeito estufa é o termo dado ao aquecimento do planeta devido à concentração da camada de gases localizada na atmosfera. Trata-se de um processo natural e importante para manter a vida na Terra, mas nas últimas décadas houve um aumento desta camada de gases. O resultado disso é que parte dos raios infravermelhos refletidos pela superfície da Terra é absorvida por esta camada e parte é refletida novamente para a terra, aumentando assim a temperatura do planeta.

O aquecimento global tem provocado efeitos climáticos extremos, como, por exemplo, muita seca em algumas regiões e muita chuva em outras (Leandro, 2013). Se nada for feito, o efeito estufa irá provocar, além de grandes impactos ambientais, modificações importantes em aspectos econômicos, sociais e geopolíticos (Andreassi *et al.*, 2010).

No setor agropecuário, as emissões devem-se principalmente à fermentação entérica dos rebanhos de ruminantes, que incluem o gado bovino, responsáveis pela quase totalidade

do metano eliminado no setor. Os dejetos dos animais nas pastagens, por sua vez, contribuem com boa parte das emissões de óxido nitroso (Juras, 2008).

2.5 BIODIGESTORES NO SETOR RURAL AGROPECUÁRIO

A busca da manutenção do pecuarista no mercado agropecuário, está direcionando os criadores a ficarem atentos às novas tecnologias para o tratamento dos resíduos gerados na sua atividade. A redução de consumo de água, a destinação correta de resíduos e a precaução voltada aos problemas ambientais decorrentes da criação de animais são essenciais para a competitividade (Mielbratz e Dolzan, 2016). Uma das alternativas que vem despertando grande interesse dos produtores rurais é a tecnologia de biodigestão anaeróbia de resíduos dos animais e, particularmente, dos gerados com a criação animal, com a implantação de biodigestores.

O biodigestor é um equipamento importante no processo de transformação de resíduos, sendo uma das alternativas encontradas pelos produtores para sanar o problema de descarte incorreto dos resíduos agrícolas e dejetos animais. O biodigestor é uma câmara hermeticamente fechada onde a matéria orgânica é diluída em água e sofre um processo de fermentação anaeróbica, resultando na produção de um efluente líquido (Cirino & Faria, 2013). São grandes recipientes dimensionados especialmente para digerir biomassas de diferentes origens, como efluentes industriais, dejetos animais, resíduos sólidos orgânicos de diversas origens (Bley, 2015).

Para Machado (2014), os biodigestores são centrais de processamento de matéria orgânica, onde aceleram a decomposição em um sistema fechado, sem a presença de oxigênio (anaeróbio) obtendo resíduos líquidos, que podem ser usados como biofertilizantes ou biogás em motores adequados, podendo sofrer combustão para a geração de energia térmica ou elétrica.

A tecnologia da digestão anaeróbica em biodigestores é uma das possibilidades para o combate da poluição gerada por esta atividade, e que ao mesmo tempo, agrega valor às propriedades rurais (Barichello *et al.*, 2012). Os biodigestores têm demonstrado consideráveis benefícios socioeconômicos em todo o mundo (Silva, Novaes, Martelli, & Magnoni, 2012). A tecnologia da digestão anaeróbica em biodigestores é uma das possibilidades ao combate da poluição gerada por essa atividade e que ao mesmo tempo agrega valor às propriedades rurais. A utilização de biodigestores tem merecido importante destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes rurais (Barichello *et al.*, 2012).

A biodigestão é uma sequência de etapas bioquímicas de conversão de matéria orgânica dentro do biodigestor, na ausência de oxigênio, para a formação de biogás. Porém, inúmeras outras fases de preparação para a fermentação e de purificação do gás produzido mostram-se necessárias para que a degradação anaeróbica, a formação e a utilização de biogás ocorram com sucesso (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial [SENAI], 2016)

A biodigestão reduz a carga orgânica da biomassa residual em tratamento sanitário. Ao gerar energia, proporciona a diminuição de GEE, pois ela retira dos aterros as fontes de gás metano, considerado vinte e uma vezes mais intenso na formação de gases de efeito estufa em relação ao gás carbônico (Bley, 2015). A contribuição principal deste sistema é que os dejetos produzidos na propriedade são transformados em gás e os resíduos deste processo ainda podem ser utilizados como fertilizantes.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A modalidade de pesquisa é uma atividade fundamental para o desenvolvimento do conhecimento, pois por meio dela, novas informações, propostas e ações são obtidas para o desenvolvimento socioeconômico ambiental (Lakatos & Marconi, 2003). A finalidade da pesquisa é descobrir as respostas para questões e problemas, tentar conhecer e explicar os fenômenos que ocorrem em determinado ambiente, mediante aplicação de métodos científicos (Marconi & Lakatos, 2011).

Esta pesquisa foi classificada como qualitativa multi casos, pois tem a participação de atores sociais, entre eles, especialistas do tema e proprietários rurais agropecuário. A coleta de dados foi realizada, por meio, de entrevistas, utilizando-se roteiro semiestruturado, com perguntas relacionadas ao tema, e utilizando-se de gravações de áudio e vídeos e observação não participante. Os entrevistados foram selecionados de forma intencional, pois foram escolhidos atores que possuem relação com o objeto da pesquisa.

Para se alcançar o objetivo da pesquisa, foi utilizado o método exploratório e descritivo, em que a pesquisa exploratória proporciona maior entendimento sobre o problema analisado e o método descritivo contribui para a descrição dos dados levantados. A pesquisa exploratória, segundo Boaventura (2007) e Pereira (2010), tende a proporcionar maior familiaridade com o problema, visando torná-lo mais explícita. A pesquisa descritiva identifica as características de determinada população ou fenômeno. Nessa pesquisa, não há a interferência do pesquisador, ele apenas descreve o objeto da pesquisa (Barros & Lehfeld, 2007).

A estratégia da pesquisa para a análise dos dados foi classificada como pesquisa de campo. Para Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa de campo é utilizada para obter informações ou conhecimentos sobre um problema, para o qual se procura uma resposta, queira comprovar ou descobrir novos fenômenos. Barros e Lehfeld (2007) afirmam que o investigador da pesquisa de campo assume um papel de observador e explorador, coletando os dados diretamente no local. O pesquisador busca as informações sobre o objeto de estudo, por meio de técnicas de observação participante ou não participante, entrevistas, questionários e coletas de depoimentos.

As entrevistas foram utilizadas como instrumentos para a coleta de dados da pesquisa. Para Martins (2008), a entrevista é uma técnica de pesquisa utilizada na coleta de dados, sendo seu objetivo entender e compreender o que o entrevistado quer relatar diante das questões apresentadas.

As entrevistas com os especialistas foram realizadas por meio eletrônico, e as entrevistas com os proprietários foram realizadas em visitas realizadas nas propriedades rurais. Foi utilizado um roteiro semiestruturado, que já possuem uma estrutura pré-estabelecida, porém os especialistas e proprietários tiveram a liberdade de responder conforme o assunto e conhecimento de cada um. As questões foram elaboradas a fim de se obter o maior número de informações acerca do tema.

A pesquisa também foi analisada por meio da observação não participante, para relatos e interpretação dos dados. Essa interpretação contribuiu para avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais em relação à temática abordada. Segundo Marconi & Lakatos (2011), a observação é uma técnica de coleta de dados para obter informações sobre a realidade. Consiste em examinar fatos e fenômenos do estudo, sendo elemento básico utilizado na pesquisa de campo.

A pesquisa foi realizada em três propriedades rurais, diretamente com seus proprietários, sendo a primeira propriedade localizada no interior do município de Rebouças –

PR, na localidade de Barro Branco, (denominado nesse estudo como propriedade/proprietário 1) cuja atividade é a suinocultura; em uma propriedade na cidade de Moreira Sales - PR, (denominado nesse estudo como propriedade/proprietário 2) onde a atividade é a pecuária leiteira; e, em uma propriedade localizada no interior de Irati – PR na comunidade de Alvorada, (denominado nesse estudo como propriedade/proprietário 3), onde a atividade realizada também é a suinocultura.

Os especialistas entrevistados foram denominados nesse estudo, pelos números de 1 a 4, e são apresentados na tabela 1.

ESPECIALISTA	FORMAÇÃO / ÁREA DE ATUAÇÃO
Especialista 1	Graduado em Engenharia Ambiental pela Faculdade Dinâmica Cataratas (UDC) em 2008. Especializou-se em Agrimensura e Geoprocessamento pela Faculdade União das Américas (Uniamérica), em 2010. Especializou-se em Gestão Ambiental de Municípios pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), em 2011. Especializou-se em Energias Renováveis com Ênfase em Biogás pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), em 2012. Entre 2011 e 2012 trabalhou como engenheiro ambiental no projeto Entre Rios do Oeste - Município Energeticamente Sustentável, como parte da equipe da Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná. Em 2014 concluiu o Mestrado em Energia na Agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Atuou como Professor Substituto na Universidade Federal do Paraná (UFPR) entre os anos de 2013 e 2015, nas áreas de Fontes Alternativas de Energia; Poluição Ambiental; Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas; Climatologia e Meteorologia Agrícola.
Especialista 2	Graduada em Engenharia Ambiental. É secretária municipal de Ecologia e Meio Ambiente e sócia-proprietária de empresa especializada em serviços de engenharia ambiental
Especialista 3	Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (1989), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Paraíba (1992) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Paderborn, Alemanha (1997). Atualmente é professor titular do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará. Tem atividades de ensino, pesquisa e extensão nos temas: geração fotovoltaica, geração eólica e biodigestores. Coordena o Laboratório de Energias Alternativas da UFC. Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq.
Especialista 4	Graduado em Engenharia Ambiental e de Segurança do Trabalho com mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura. Morou 8 meses na Irlanda onde, foi membro do grupo de pesquisa em Sustainable Energy Engineering do CIT. Fez parte da equipe técnica que desenvolveu o Condomínio de Agroenergia de Entre Rios do Oeste (PR), o maior condomínio de agroenergia da América Latina com aproximadamente 100 produtores rurais, e foi Tutor do curso EaD de Cobrança Pelo Uso dos Recursos Hídricos da ANA pela FPTI. Atualmente é Analista de Tecnologias da Indústria do Biogás da UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) e doutorando em Engenharia Agrícola na UNIOESTE.

Tabela 1 – Especialistas entrevistados

O método de análise dos dados utilizado, foi a análise de conteúdo que, segundo Gil (2008, p. 152) é “uma técnica de investigação, em que de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações, tem por finalidade a interpretação destas mesmas comunicações”. Segundo Bardin (2011), “a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações. Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos [...] adaptáveis a um campo de aplicações muito vasto”.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Com o intuito de compreender como a utilização de biodigestores por produtores rurais minimiza os impactos do descarte de dejetos, promove a sustentabilidade das propriedades e contribui como ferramenta mitigadora dos gases de efeito estufa (GEE) que a atividade agropecuária provoca, foram realizadas visitas, com observação não participante, entrevistas

com proprietários rurais e entrevistas com roteiro semiestruturados com especialistas da área, a fim de alcançar os objetivos propostos pelo presente estudo.

4.1 USO DE BIODIGESTORES NA AGROPECUÁRIA PARA SUSTENTABILIDADE DAS PROPRIEDADES RURAIS

Conforme se observou na pesquisa realizada, os entrevistados, em sua totalidade, concordam que o uso desta tecnologia contribui para solucionar o grave problema ambiental enfrentado pelos produtores ao longo do tempo, referente ao descarte de dejetos. O biodigestor contribui, ainda, para a geração de energias renováveis que são fundamentais para o suprimento e a diversificação da matriz energética, reduzindo custos e gerando renda às propriedades, além de melhorar o ambiente e a qualidade de vida onde estão inseridos.

Em relação à importância do biodigestor para resolver o problema de descarte dos dejetos dos animais, percebeu-se que todos os especialistas acreditam que o biodigestor contribui, de forma correta, para realização do descarte. Assim, como descrito por Machado (2014), o especialista 1 comenta que o biodigestor é muito eficiente para a remoção da carga orgânica por meio da digestão anaeróbica, além de realizar o tratamento correto dos dejetos, o biodigestor permite a geração de outros produtos que podem ser utilizados em outros processos, diminuindo a poluição do meio ambiente. Na mesma linha de pensamento sobre a importância do biodigestor, a especialista 4 salienta que os biodigestores contribuem para o armazenamento correto dos dejetos dos animais, ao evitar o descarte ao ar livre de maneira ineficiente. A especialista 4 considera, ainda, a importância da economia a partir dos produtos gerados pelo biodigestor, como o uso do gás para utilização doméstica e demais processos da propriedade.

O especialista 2 comenta que os biodigestores são equipamentos importantes na promoção do saneamento rural, proporcionando uma melhor qualidade de vida das pessoas que estão inseridas no meio rural. Desta forma, o uso de biodigestores em propriedades rurais vem contribuir para o melhoramento e a organização do espaço rural. A opinião do especialista 2 sobre o saneamento rural, vem reafirmar o que rurais Barichello *et al.* (2012), abordam em suas teorias ao refletirem acerca dos aspectos de saneamento.

Por meio deste sistema, podem ser evitadas possíveis contaminações com afluentes de água e outras situações que venham a agredir o meio ambiente. Conforme mencionam Galbiatti, Caramelo, Silva, Geradi e Chiconato (2010), além de melhorar o espaço rural e a qualidade de vida, a utilização dos biodigestores em propriedades rurais minimiza o problema de descarte de dejetos dos animais e colabora para o desenvolvimento sustentável nas propriedades.

O uso de biodigestores promove, também, a geração de energia elétrica, uma importante contribuição para o crescimento e o desenvolvimento das atividades agropecuárias, como observado nas visitas às propriedades 1 e 3. É importante e necessária a diversificação da matriz energética, pois atende a demanda e o bom funcionamento das atividades nas propriedades rurais. Existe um crescimento constante na utilização de energia para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, assim, o especialista 3 salienta que os biodigestores são importantes na contribuição para a sustentabilidade energética.

Conforme observado nas propriedades, o biodigestor é um equipamento importante para o armazenamento e o tratamento correto dos dejetos, contudo os especialistas 1 e 4 ressaltam a importância de o equipamento ser instalado e operado adequadamente. O especialista 1 salienta que esta tecnologia deve passar por manutenções anuais, para que não diminua a eficiência do biodigestor. Com relação aos relatos dos especialistas 1 e 4, percebe-se que a manutenção do biodigestor é de extrema importância para seu perfeito

funcionamento.

O uso de biodigestores nas propriedades rurais tem um papel importante relacionado à facilidade do descarte dos dejetos produzidos pelos animais, por meio do tratamento correto, diminuindo a agressão ao meio ambiente, como pode ser percebido nas respostas dos proprietários. O proprietário 1 enfatiza que houve a necessidade da instalação do biodigestor devido ao aumento do número de animais e, em consequência, o aumento de dejetos gerados por eles e, também, para reduzir o trabalho com a coleta, além da poluição que era gerada com o descarte incorreto no meio ambiente. O proprietário 2 teve problemas em relação à capacidade de armazenamento dos dejetos devido ao aumento do número de animais e os problemas ambientais decorrentes do tratamento incorreto dos dejetos. Já o proprietário 3 relata que, muitas vezes, não havia área disponível para fazer descarte dos dejetos, visto que quando não era tratado, deveria ser descartado antes do plantio, já com os dejetos tratados podem ser descartados antes ou depois do plantio.

4.2 PRODUTOS GERADOS A PARTIR DO USO DOS BIODIGESTORES

Com a utilização de biodigestores nas propriedades rurais observou-se que é possível gerar dois macros produtos, o biogás e o biofertilizante, pois com o uso desses produtos é possível agregar valor à propriedade, tendo uma economia e gerando um retorno sobre o capital investido, conforme observado nos relatos dos três proprietários. Além disso, os produtos utilizados são eficientes e colaboram para a redução das compras de produtos industrializados, como os adubos químicos, o gás de cozinha e a energia.

O especialista 1 relata que o biogás é uma mistura de gases composta, principalmente, de metano, confirmando as teorias de Calza, Lima, Nogueira, Siqueira e Santos (2015) e Galbiatti *et al.* (2010). Salienta ainda, que após o biogás ser tratado, pode ser utilizado nos processos que necessitam de energia, principalmente nos processos que demandam aquecimento. Para o especialista 2, o biogás pode ser utilizado como um substituto de lenha e de combustíveis. Já para o especialista 3 o biogás representa a sustentabilidade e a segurança energética que, segundo a teoria de Galvão (2017), tem a capacidade de garantir a segurança energética nas propriedades rurais. Para a especialista 4, o uso de biogás reduz a dependência e a compra de outros combustíveis pelos produtores, gerando uma economia para a propriedade.

Conforme observado nas propriedades rurais, os resíduos tratados têm um grande potencial para a geração de energias renováveis; o biogás é uma alternativa para os produtores rurais em relação à segurança energética, visto que o biogás move motores e gera energia elétrica para abastecer a demanda da propriedade. As propriedades 1 e 3 possuem o sistema para a geração de energia elétrica, já a propriedade 2 utiliza o gás apenas para o aquecimento na atividade leiteira e no uso doméstico da propriedade

Sobre o biofertilizante, outro produto gerado a partir do tratamento dos dejetos animais, o especialista 1 relata que a sua qualidade é maior e causa menos danos ao meio ambiente, em relação ao dejetos não tratado, pois a absorção dos nutrientes no solo é mais eficiente, podendo ser reafirmado na discussão de Gomes *et al.* (2014) e Gaspar (2003), onde a utilização de biofertilizantes nas lavouras trazem benefícios para o aumento da produtividade, pois causa o melhoramento do solo, o equilíbrio nutricional e a redução dos custos com adubos químicos.

Na visão do especialista 2, o biofertilizante é um adubo orgânico de alta qualidade, contribuindo para uma agricultura mais sustentável. O especialista 3 relata que o uso de biofertilizante diminui os custos com a adução química. A especialista 4 complementa que o uso de biofertilizante pode substituir totalmente o uso de fertilizantes químicos.

Nas visitas às propriedades, observou-se que, em sua totalidade, utilizam o biofertilizante para a adução orgânica nas lavouras.

Conforme observado nos relatos dos especialistas e dos proprietários, os biodigestores colaboram para a geração de produtos que são extremamente eficientes e contribuem de maneira significativa para as propriedades, pois o dejetos dos animais que era visto de maneira negativa e com rejeição por parte da maioria da sociedade, podendo, a partir do tratamento correto nos biodigestores, ser reconhecida como uma fonte preciosa para a otimização da produção de energia elétrica renovável, suprimindo a demanda da propriedade e contribuindo para a distribuição de energia na rede elétrica com o excedente gerado, e assim beneficiando os demais usuários da concessionária local. Além disso, produz um excelente fertilizante orgânico que não agride o solo, o lençol freático e o meio ambiente, ajuda o proprietário a potencializar a sua produção de outras culturas ganhando com isso a economia na compra de fertilizantes químicos. O gás gerado pode ser utilizado para o uso doméstico e para as atividades necessárias na propriedade.

4.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS GERADOS PELO USO DOS BIODIGESTORES

Conforme visitas às propriedades e relatos dos proprietários, a utilização de biodigestores em propriedades rurais contribui para processos mais sustentáveis, nos três pilares. Em relação ao pilar econômico, o biodigestor viabiliza a economia na propriedade, pois reduz gastos com energia e com adubos químicos. Já no pilar social, apresenta melhor qualidade no ambiente, visto que existe uma redução do mau cheiro causado pela atividade, gerando melhor bem-estar das famílias e vizinhos das propriedades. No pilar ambiental, o biodigestor proporciona a redução da emissão de GEE. Conforme pode ser confirmado pela teoria de Freitas *et al.* (2012), o desenvolvimento desses três pilares, devem estar em constante equilíbrio mantendo uma harmonia na qualidade de vida das pessoas (Elkington, 1999). É necessário pensar e criar processos produtivos cada vez mais sustentáveis, a fim de garantir para as gerações futuras uma melhor qualidade de vida.

O especialista 1 relata as vantagens e benefícios produzidos pelo biodigestor seguindo o pensamento dos pilares da sustentabilidade, onde descreve que no pilar ambiental, o biodigestor representa uma grande capacidade para diminuir a poluição gerada pelo setor, melhorando a qualidade da água, visto que não tem o contato direto dos dejetos com o solo. Em relação ao pilar social, o especialista relata que existe a valorização do trabalho das pessoas no campo, além de demonstrar responsabilidade no cuidado com o meio ambiente. Em se referindo ao pilar econômico, salienta que, de início, a instalação de biodigestores pode trazer um investimento alto, onerando o produtor, contudo os produtos gerados pelo equipamento trazem um retorno e agregam valor à propriedade.

Em relação aos pilares, para a especialista 4, as vantagens e os benefícios são: a redução da poluição gerada pelos dejetos dos animais, do ambiente, a contribuição para a integração social entre os moradores e o aumento da renda familiar, com a geração de energia e redução de compra de combustíveis.

O especialista 2, em seus relatos, afirma que o uso dos recursos por meio do biodigestor pode ser revertido com benefícios para as comunidades locais, onde o desenvolvimento é autocentrado. Já o especialista 3, cita apenas a vantagem do uso do biodigestor como forma de melhorar o desenvolvimento para o saneamento rural.

Segundo o proprietário 1 a principal vantagem em sua propriedade é a geração de energia elétrica e também a utilização do biofertilizante nas lavouras. Os benefícios citados

pelo proprietário 1 é o melhoramento do ambiente e a eliminação do mau cheiro causado pela atividade.

Para o proprietário 2, a vantagem é a economia no gás de cozinha, no gás para aquecimento da água na leiteria e, também, como o proprietário 1, a utilização de biofertilizante, economizando na compra dos fertilizantes químicos. Já os benefícios para o proprietário 2, é o descarte dos dejetos de maneira correta, o melhoramento da qualidade no ambiente, pois existe a redução do mau cheiro evitando o acúmulo de animais indesejáveis.

Em relação às vantagens para o proprietário 3, assim como para o proprietário 1, é a geração de energia elétrica e a distribuição do biofertilizante na lavoura, os benefícios é a eliminação do mau cheiro com o acúmulo de moscas, conseqüentemente, melhorando a qualidade do ambiente, além de proporcionar o descarte correto dos dejetos.

Pôde-se perceber que nas três propriedades visitadas as vantagens e benefícios do biodigestor se apresentam igualmente para todas. Os benefícios ambientais são, principalmente, o descarte e o tratamento correto dos dejetos dos animais; os benefícios sociais se concentram na melhora da qualidade do ambiente, eliminando o mau cheiro; e, o benefício econômico é a produção dos produtos Biogás e Biofertilizante, onde o Biogás é utilizado para mover motores e transformar em energia e o Biofertilizante usado como substituto de fertilizantes químicos. Salienta-se ainda, que nos benefícios econômicos, o produtor tem uma renda extra, com geração dos produtos e com a energia distribuída na rede, conseqüentemente, proporciona uma melhor qualidade de vida para os produtores.

4.4 CONTRIBUIÇÕES DO USO DOS BIODIGESTORES PARA MITIGAÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

O setor agropecuário é uma das atividades que gera emissões de GEE, podendo ser percebidas nas visitas às propriedades, onde os dejetos dos animais emitem gases que são altamente prejudiciais ao meio ambiente, agredem a natureza e a atmosfera. Constatou-se, por meio da observação às propriedades, o grande potencial que o tratamento correto dos dejetos em biodigestores pode trazer para o melhoramento do meio ambiente.

Sobre a contribuição do biodigestor para minimizar a emissão de GEE, o especialista 1 relata que a intensificação da emissão desses gases representa um problema - o gás metano gerado pelos dejetos dos animais possui um elevado índice de aquecimento, sendo superior ao dióxido de carbono. Com o biodigestor é possível fazer a coleta e, conseqüentemente, diminuir os impactos causados pelo setor agropecuário contribuindo para a redução do aquecimento global, o que reafirma a teoria de Bley (2015), que relata que a contribuição da tecnologia de biodigestores para a minimização do GEE, é perceptível por meio da retirada da maior concentração do gás metano da atmosfera. Sendo este gás não tratado, colabora para o aumento do aquecimento global.

A importância do uso de biodigestor para a mitigação do GEE para o especialista 2, é que com a queima do biogás para fins energéticos, os gases podem ser tratados, não afetando agressivamente a atmosfera. Já para a especialista 4, a geração de produtos a partir dos dejetos dos animais é um fator importante para reduzir a emissão de poluentes e dos gases de efeito estufa. O especialista 3 contradiz o restante dos especialistas, afirmando não acreditar nas mudanças climáticas, contradizendo também o que Abreu, Albuquerque e Freitas (2014) relatam em suas teorias, em que apontam que o excesso das emissões de GEE ocasionam as mudanças climáticas.

Em relação às respostas dos especialistas, em sua maioria, se posicionaram favoráveis à utilização de biodigestores para a redução da emissão de GEE gerados pelas atividades

agropecuárias. Apenas um especialista diz não acreditar em mudanças climáticas, tendo em vista que contraria os relatos dos demais especialistas e de autores pesquisados sobre o tema.

Nas perguntas formuladas aos três proprietários rurais sobre mudanças na emissão de gases de efeito estufa e problemas que estes poderiam gerar nas mudanças climáticas e seus efeitos, não se obteve respostas a respeito da contribuição do biodigestor para a redução das emissões de GEE. Percebeu-se, assim que os proprietários não apresentam um conhecimento mais aprofundado sobre este assunto.

A discussão sobre a emissão de GEE é uma preocupação internacional, este tema implica a intensificação do aumento da temperatura no planeta que coloca em risco a qualidade de vida futura. Conforme observado nas propriedades rurais, a instalação de biodigestores contribui para uma redução significativa na emissão dos gases que são altamente prejudiciais ao meio ambiente, principalmente do gás metano emitido por meio dos dejetos dos animais, porém não há essa consciência por parte dos produtores entrevistados. Com o tratamento correto, esse gás tem um impacto menor em relação à emissão de poluentes que causam efeito negativo na atmosfera. O tratamento por meio do biodigestor, contribui assim para reduzir os gases de efeito estufa (GEE), conseqüentemente, melhorando a qualidade de vida de todos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve por objetivo compreender como a utilização de biodigestores por produtores rurais minimiza o problema de descarte de dejetos e promove o equilíbrio das propriedades gerando sustentabilidade econômica, social e ambiental, e mitigando a geração que gases de efeito estufa (GEE) que contribuem para as mudanças climáticas do planeta. A pesquisa desenvolveu-se a partir de análise qualitativa, tomando como base as entrevistas com especialistas da área, bem como entrevistas com proprietários rurais que utilizam a tecnologia de biodigestor, além da observação nas propriedades.

Os dados coletados e, posteriormente, analisados tornaram possíveis algumas inferências, que estão dispostas a seguir.

Há uma grande preocupação mundial com relação às mudanças climáticas que vêm ocorrendo, principalmente, pelo aumento populacional e pelo desenvolvimento da sociedade moderna, que cada vez mais demanda por produtos e alimentos provenientes da produção agropecuária. Nosso planeta vem gradativamente sentindo o aumento da temperatura, provocando eventos climáticos extremos que afetam a todos negativamente.

É possível verificar que existe uma relação entre as atividades agropecuárias e a emissão de GEE que causam o aquecimento global, visto que o crescimento da demanda por proteínas animais faz com o setor aumente ainda mais os volumes de sua cadeia de produção, conseqüentemente, gerando mais resíduos orgânicos poluentes.

A utilização de biodigestores em propriedades rurais possibilita criar condições para a redução das emissões de GEE, bem como contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, tornando-se uma tecnologia aliada para a redução do aquecimento global, além de melhorar a qualidade de vida das pessoas que estão inseridas nestes ambientes, não sendo conhecida outra ferramenta tão eficiente para o tratamento de dejetos em relação aos biodigestores.

Pode-se perceber que o biodigestor é essencial para o desenvolvimento mais sustentável nas propriedades rurais, promovendo o saneamento rural, além de trazer vantagens e benefícios econômicos, sociais e ambientais. Nas três propriedades visitadas as vantagens e

benefícios do biodigestor se apresentam igualmente para todas. Com relação ao pilar econômico, percebe-se a geração de renda extra, por meio da produção de biogás e biofertilizante e, também, por meio da energia distribuída na rede; no pilar social nota-se o melhoramento do ambiente na propriedade; e, no pilar ambiental, esse melhoramento é perceptível por meio do tratamento e o descarte correto dos dejetos no ambiente, desta maneira gerando uma consciência maior sobre a preservação do meio ambiente.

Mesmo considerando os benefícios dos fatores citados acima, é importante ressaltar que conforme observado, os produtores não possuem a devida consciência total dos benefícios em relação a mitigação dos gases de efeito estufa (GEE) e seus impactos, por falta de conhecimento e informação, mantendo maior foco nos benefícios econômicos.

Conforme citado pelos produtores rurais, a construção de biodigestores é totalmente viável, apesar do investimento para a construção do biodigestor ser elevado, são disponibilizadas algumas linhas de financiamento com condições acessíveis, em relação ao prazo de pagamento e à taxa de juros. É possível obter o retorno do investimento ao longo do período estabelecido de pagamento, pois proporciona renda extra e segurança energética.

A falta de investimentos, informações e políticas eficientes no setor fazem com que muitas propriedades desconheçam a existência dessa alternativa, enfrentando o grave problema do descarte de dejetos dos animais, sendo necessário viabilizar e desenvolver propostas de disseminação da implantação desse sistema.

Com a criação de políticas mais eficientes sobre este assunto, é possível melhorar os métodos de produção e ainda diminuir os impactos ambientais. Porém é necessária a divulgação de mais informações para os produtores rurais sobre a tecnologia, os programas disponíveis e as condições para liberação de recursos.

Sendo assim, pode-se dizer que os objetivos da pesquisa foram atingidos, deixando evidente que o uso de biodigestor possui capacidade para promover e desenvolver a sustentabilidade em propriedades rurais, colaborando para a preservação do meio ambiente, trazendo benefícios e garantindo a segurança das gerações futuras, por meio da redução da emissão de GEE.

Como sugestão para pesquisas futuras, sugere-se novos estudos que analisem a viabilidade de implantação de biodigestor em propriedades rurais que não possui esse sistema, com a parceria de instituições financeiras e instituições de pesquisas como as universidades, principalmente, na disseminação de maiores informações dos benefícios e cálculos dos retornos sobre esses investimentos.

REFERÊNCIAS

- Abreu, M. C. S. de, Albuquerque, A. M., & Freitas, A. R. P. de. (2014). Posicionamento estratégico em resposta às restrições regulatórias de emissões de gases do efeito estufa. *Revista de Administração*, 49, 3, 578-590.
- Andreassi, T., Piazza, M. C., & Melo, P. L. de R. (2010). Créditos de carbono: oportunidades e desafios para instituições brasileiras. *Revista Eletrônica de Administração*, 16, 3, 636-659.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições.
- Barichello, R., Casarotto, N. F., Hoffmann, R., Deimling, M. F. (2012). Pequeno condomínio de agroenergia a partir do biogás proveniente do tratamento de dejetos suínos: um estudo de caso. *Anais XXXII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 1.
- Barros, A. J. da S., & Lehfeld, N. A. de S. (2007). *Fundamentos de Metodologia Científica* (3a ed). São Paulo: Pearson Prentice Hall.

- Bley, C. Jr. (2015). *Biogás: A energia invisível*. (2a ed.). São Paulo: Cibiogas.
- Boaventura, E. (2007). *Metodologia da Pesquisa: Monografia, Dissertação, Tese*. São Paulo: Atlas.
- Bojanic, Alan (2017). Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. Recuperado em 08 setembro, 2018, de <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>
- Calza, L. F, Lima, C. B., Nogueira, C. E. C., Siqueira, J. A., & Santos, R. F. (2015). Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. *Engenharia Agrícola*, 35, 6, 990-997.
- Cirino, J. F., & Faria, L. V. P. de. (2013). Biodigestor para geração de energia elétrica a partir da suinocultura: análise de viabilidade para um sítio em Coimbra-MG. *Revista de C. Humanas*, 13, 2, 421-440.
- Companhia Paranaense de Energia. (2016). *Biomassa*. Recuperado em 25 setembro, 2016, de <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/docs/24349F1A246428E1032574240049F201>.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil & Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2019). *PIB do agronegócio fica estável em 2018*. Recuperado em 15 abril, 2018, de <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-fica-estavel-em-2018>
- Elkington, J. (1999). *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21 st century business*. Oxford: Capstone Publishing Limited.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2014). *Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese*. Brasília: Embrapa.
- Ferreira, J. C. B., & Silva, J. N. da. (2009). Biodigestor: aplicações e potencialidades. *II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG*, Bambuí, MG, Brasil, 1, 1.
- Freitas, C. C. G., Maçaneiro, M. B., Kuhl, M. R., Segatto, A. P., Doliveira, S. L. D., & Lima, L. F. de (2012). Transferência tecnológica e inovação por meio da sustentabilidade. *Revista de Administração Pública*, 46, 2, 363-384.
- Galbiatti, J. A. Caramelo, A. D., Silva, F. G., Geradi, E. A. B., & Chiconato, D. A. (2010). Estudo qualiquantitativo do biogás produzido por substratos em biodigestores tipo batelada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14, 4,432-437.
- Galvão, R. R. de A. (2017). O biogás do agronegócio: transformando o passivo ambiental em ativo energético e aumentando a competitividade do setor. *Caderno Opinião* (pp. 1-6). São Paulo: FGV Energia.
- Garcia, L. C. Jr., Pires, M. V., & Cunha, D. A. da (2016). Biodigestores para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa pela bovinocultura na região Sudeste, Brasil. *Revista de Economia e Agronegócio*, 14, 1, 2, 3.
- Gaspar, R. M. B. L. (2003). *Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Gerhardt, A. F. (2012). *Análise e reestruturação de uma pequena propriedade rural familiar*. Trabalho de conclusão do curso de administração, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, Brasil.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (6a ed.). São Paulo: Atlas.
- Gomes, L. P, Peruzatto, Santos, M. S. dos, Sellito, M. A. (2014). Indicadores de sustentabilidade na avaliação de granjas suínícolas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 19, 2, 143-154.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2012). *A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: Impactos, Políticas Públicas e desafios*. Rio de Janeiro: Ipea.

- Juras, I. da A. G. M. (2008). Aquecimento global e mudanças climáticas: uma introdução. *Plenarium*, 5, 5, 34-46.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. de A. (2003). *Fundamentos de Metodologia científica* (5a. ed). São Paulo: Atlas.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. de A. (2010). *Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos* (7a. ed). São Paulo: Atlas.
- Leandro, C. R. (2013). Estudo das consequências do aquecimento global na produção agrícola. *Revista Especialize*, 1, 6, 1-13.
- Machado, G. B. (2014). *Plano de Negócio para Biodigestores*. Recuperado em 04 novembro, 2016, de <http://www.portaldobiogas.com/plano-de-negocio-para-biodigestores>.
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2011). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados* (7a. ed). São Paulo: Atlas.
- Martins, G. de A. (2008). *Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa* (2a ed.). São Paulo: Atlas.
- Mendes, J. M. G. (2009). Dimensões da Sustentabilidade. *Revista das Faculdades Santa Cruz*, 7, 2.
- Mielbratz, M., & Dolzan, M. V. (2016). O tratamento de esgoto e dejetos em propriedades rurais sustentáveis. *Revista Maiêutica*, 4, 1, 75-82.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2016). *Plano Agrícola e Pecuário 2016/2017*. Recuperado em 15 novembro, 2016, de <http://www.agricultura.gov.br/pap>
- Ministério do Meio Ambiente. (2010). *Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável*. São Paulo: PNUD.
- Ministério do Meio Ambiente. (2017). *Efeito Estufa e Aquecimento Global*. Recuperado em 25 abril, 2017, de <http://www.mma.gov.br/clima/energia/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>.
- Nascimento, E. P. do. (2012). Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. *Estudos Avançados*, 26, 4, 51-64.
- Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico & Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2015). *Perspectivas Agrícolas 2015-2024*. Recuperado em 29 julho, 2018 de www.fao.org/3/a-i4761o.pdf
- Pereira, J. M. (2010). *Manual de metodologia da pesquisa científica* (2a ed.). São Paulo: Atlas.
- Sambuichi, R. H. R., Oliveira, M. C. de, Silva, A. P. M. da, & Luedemann, G. (2012). *A sustentabilidade da agropecuária brasileira: Impactos, políticas públicas e desafios*. Rio de Janeiro: Ipea
- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2016. *Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná - Curitiba*. Curitiba: Senai. Recuperado em 25 abril, 2017, de [http://www.sistemafiep.org.br/relacoes-internacionais/uploadAddress/Biogas\[73656\].pdf](http://www.sistemafiep.org.br/relacoes-internacionais/uploadAddress/Biogas[73656].pdf)
- Silva, A. W. L., Selig, P. M., Lerípio, A., & Netto, M. (2013) A sustentabilidade agropecuária segundo a concepção e a prática de extensionistas rurais do oeste catarinense. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 8, 2, 146-159.
- Silva, W. T. L. da, Novaes, A. P. de, Martelli, V. K. L. F. de A., & Magnoni, L. Jr. (2012). Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbico para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. *Química Nova*, 35, 1, 35-40.
- Stead, J. G., & Stead, W. E. (2008). Sustainable strategic management: an evolutionary perspective. *Journal Sustainable Strategic Management*, 1, 1, 62-81.