

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**O USO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA
COMO ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE
ECONÔMICA: Uma análise para a região da Grande
Dourados/MS**

JACIRA FABIANA DIAS CIVARDI

**DOURADOS/MS
2014**

JACIRA FABIANA DIAS CIVARDI

**O USO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA COMO
ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA: Uma
análise para a região da Grande Dourados, MS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal da Grande Dourados – Faculdade
de Administração, Ciências Contábeis e
Economia, para obtenção do Título de
Mestre em Agronegócios.

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. LUCIANA
FERREIRA DA SILVA

**DOURADOS/MS
2014**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

JACIRA FABIANA DIAS CIVARDI

**O USO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA COMO
ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA: Uma
análise para a região da Grande Dourados, MS**

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADORA: Profa. Dra. LUCIANA FERREIRA DA SILVA – UEMS

Prof. Dr. EDSON TALAMINI – UFRGS

Prof^a. Dr^a. ERLAINE BINOTTO – UFGD

Dezembro/2014

JACIRA FABIANA DIAS CIVARDI

**O USO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA COMO
ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA: Uma
análise para a região da Grande Dourados, MS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios com área de Concentração em Agronegócios e Desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados.

Dourados (MS), _____ de _____ de _____.

Prof^ª. ERLAINE BINOTTO, Dr^ª.
Coordenadora do Programa

Banca Examinadora:

Prof^ª. LUCIANA FERREIRA DA SILVA, Dr^ª. (Orientadora)
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS

Prof. EDSON TALAMINI, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Prof^ª. ERLAINE BINOTTO, Dr^ª.
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Henrique, pelo amor, companheirismo e pela compreensão nos momentos mais difíceis.

Aos meus amados filhos, Paulo, Matheus e Lucas, que souberam compreender minha ausência em alguns momentos de suas vidas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, por sua incomparável bondade e fonte de inspiração para superar os desafios em minha vida.

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a concretização e realização dessa dissertação que marca mais uma importante etapa da minha vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados, por meio do Programa de Mestrado em Agronegócios, pela aprendizagem e oportunidade de enriquecer a construção dos meus conhecimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Maria e Mérces, pelo amor incondicional que, mesmo com a minha ausência, souberam compreender e me apoiar na realização de mais um sonho.

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Luciana Ferreira da Silva por seu desempenho como orientadora, apoio, paciência, dedicação e principalmente pela amizade e compreensão em momentos difíceis, enfim, minha gratidão eterna por tudo que tem feito por mim.

Ao Prof. Dr. Edson Talamini pelas contribuições relevantes que oportunamente foram aproveitadas na dissertação.

Aos professores do programa pelo apoio, aprendizagem e compartilhamento de conhecimento.

Em especial, à Prof.^a Dr.^a Erlaine Binotto que, sempre atenciosa, me incentivou incondicionalmente nesta jornada, compartilhando seu conhecimento e me proporcionando a oportunidade de alcançar objetivos muito além do que imaginei.

Ao Prof. Dr. Clandio Favarini Ruviaro pela disposição em compartilhar seus conhecimentos, pelo apoio e oportunos conselhos.

Aos técnicos administrativos, Ludimylle Alves Apolinário e Anderson Rogério Molgora, pela atenção, auxílio e apoio dispensados.

Aos meus colegas de curso, que iniciaram junto comigo esta caminhada, agradeço a compreensão, auxílio e companheirismo.

Finalmente, a todos os familiares, colegas e amigos, que mesmo com a minha ausência, não deixaram de me apoiar e incentivar em todas as fases dessa caminhada.

RESUMO GERAL

A intensificação da suinocultura brasileira promoveu também a produção de grandes quantidades de biomassa residual (dejetos) que, se inadequadamente manejados, tornam-se uma das principais fontes de poluição ao meio ambiente. O uso de biodigestores nesse contexto aparece como uma alternativa tecnológica na mitigação dos impactos gerados pela suinocultura. Desta forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar a relevância dos biodigestores na suinocultura e a importância da reciclagem de produtos renováveis, organizada sob a forma de dois artigos. O primeiro, sob a forma de um ensaio teórico, procurou demonstrar como se deu a inserção dos biodigestores no sistema produtivo suinícola e qual a sua contribuição para o agronegócio, em prol da competitividade no mercado consumidor. O segundo retrata com dados empíricos e secundários a estimativa da viabilidade econômica do biogás e o aproveitamento do biofertilizante sob o aspecto econômico nas propriedades pesquisadas. Os resultados mostraram os benefícios econômicos do uso do biofertilizante como adubo orgânico nos cultivos das propriedades pesquisadas e os dados econômicos da viabilidade do biogás para geração de energia elétrica.

Palavras-Chave: Aspectos econômicos. Preservação ambiental. Suinocultura. Biodigestores.

GENERAL ABSTRACT

The intensification of Brazilian pig farming also promoted the production of large amounts of residual biomass (waste) that, if inadequately managed, may become a large source of pollution to the environment. The use of biodigesters in this context springs as a technological alternative to mitigate the impacts resulted from swine farms. Thus, this research aimed to evaluate the relevance of biodigesters in pig farming and the importance of recycling renewable products. It was organized into two articles. The first one in a perspective of a theoretical essay tried to show how the insertion of digesters in the pig production system was and which contributions to agribusiness, related to competitiveness in the consumer market, it brought. The second reports, by empirical and secondary data, the estimative of the economic viability of biogas and the use of biofertilizers under the economic aspect on the surveyed properties. The results showed the economic benefits of the biofertilizer use as organic fertilizer on the properties agricultural productions and the economic data of the viability of biogas for electricity generation.

Key Words: Economic aspects. Environmental preservation. Swine. Digester.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1. Crescimento do consumo de carnes bovina e suína no mundo até 2050	23
Figura 2. Composição dos elos da cadeia produtiva da carne suína integrada	24
Figura 3. Exportação de carne suína in natura de Mato Grosso do Sul, em milhões de kg nos períodos de (2013 a 2014)	26
Figura 4. Ciclo de Panejamento da Suinocultura	28
Figura 5. Biodigestor modelo indiano	31
Figura 6. Biodigestor modelo chinês	32
Figura 7. Biodigestor modelo canadense	33
Figura 8. Fluxograma de produção de biogás para geração de energia elétrica	35
Figura 9. Digestão anaeróbica de material orgânico solúvel	37

Artigo 2

Figura 1. Área de estudo	51
Figura 2. Empresas responsáveis pela implantação dos biodigestores na região da grande Dourados- MS, nos períodos de 2005 a 2010	63

LISTA DE QUADROS

Artigo 1

Quadro 1. Principais destinos da carne suína brasileira – jan/abr 2014	22
Quadro 2. Produção tecnificada das matrizes alojadas no Brasil	25
Quadro 3. Produção de biogás conforme produção diária de dejetos	38

Artigo 2

Quadro 1. Concentração média de NPK presentes em dejetos de suínos, de acordo os resíduos sólidos	61
Quadro 2. Periodicidade de horas trabalhadas, despendidas para manutenção do motor gerador	74
Quadro 3. Produção de biofertilizante por m ³ /dia e anual, por número de suínos	78

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1. Equivalência de produção do biogás	38
Tabela 2. Componentes do Biofertilizante	39

Artigo 2

Tabela 1. Preço do KW/h estabelecido pelo preço da concessionária de energia elétrica	56
Tabela 2. Caracterização das propriedades su inícoas da região da Grande Dourados- MS ...	66
Tabela 3. Investimento inicial do sistema (gerador de energia)	71
Tabela 4. Custos de depreciação dos bens depreciáveis	72
Tabela 5. Juros sobre o capital investido ($r = 5,5\%$ a,a)	73
Tabela 6. Manutenção preventiva do grupo gerador	74
Tabela 7. Custos totais para operação do sistema	75
Tabela 8. Simulação do consumo de energia elétrica para utilização de 15 horas/dia	77
Tabela 9. Total de área cultivada/ha para cultivos agrícolas	79
Tabela 10. Produção e disponibilidade de nitrogênio por hectare	80
Tabela 11. Simulação da comercialização do biofertilizante (NPK) no mercado interno	81

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGRAS E SÍMBOLOS

Artigo 1

ABCS – Associação Brasileira dos Criadores de Suínos

ABIPECS – Associação Brasileira da Indústria Produtora e exportadora de Carne Suína

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal

ALICEWEB – Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FOB – “*Freight on Board*” (“Carga à Bordo”)

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GEE – Gases Efeito Estufa

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

FAMASUL – Federação da Agricultura e Pecuária de MS

ONU – Organização das Nações Unidas

PH – Potencial Hidrogeniônico

ST – Sólidos Totais

UNITEC – Unidade Técnica econômica

Artigo 2

ASSUITA – Associação de Suinocultores de Itaporã, MS

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

IMAM – Instituto de Meio Ambiente

IMASUL – Instituto do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul

LSPS – Levantamento Sistemático de Produção de Suínos

PRD – Plano regional de Desenvolvimento

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	07
GENERAL ABSTRACT	08
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
ARTIGO 1- Inserção dos biodigestores no Sistema produtivo suinícola	
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1. INTRODUÇÃO	20
2. Cenário suinícola nacional	21
2.1 Estado de Mato Grosso do Sul	26
3. A suinocultura e o meio ambiente	27
4. Biodigestores na suinocultura	29
5. Produção de biogás para geração de energia elétrica	34
6. Produção e utilização de biofertilizante	39
7. Considerações finais	42
REFERÊNCIAS	43
ARTIGO 2- Sustentabilidade econômica do biogás para geração de energia elétrica e biofertilizante em propriedades suinícolas	
RESUMO	47
ABSTRACT	48
1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	51
2.1. Caracterização da área de estudo	51
2.2. Propriedades pesquisadas	52
2.3. Elaboração do Instrumento de pesquisa	53
2.4. Análise da viabilidade econômica	53
2.5. Análise econômica estimada do aproveitamento do biofertilizante	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
3.1. Política ambiental	62
3.2. Processo de concessão das licenças ambientais para suinocultura	64
3.2.1 Planejamento e acompanhamento	64
4. Análise econômica da utilização do biogás e biofertilizante	66

4.1. Sistema produtivo	66
4.2. Aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica	67
4.3. Custos e benefícios do aproveitamento do biogás	68
4.4. Consumo de biogás pelo conjunto motor gerador	69
4.5. Geração de energia elétrica	70
4.6. Benefício com a produção de energia elétrica	70
4.7. Receitas e despesas do sistema	71
4.8. Investimento inicial	71
4.9. Custo anual do sistema	72
4.10. Análise econômica	76
4.11. Análise econômica dos benefícios da utilização do biofertilizante	77
5. CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS	84
CONCLUSÃO GERAL	86
APÊNDICES	87
Apêndice A – Roteiro de Entrevista (suinocultores)	87
Apêndice B – Roteiro de Entrevista (empresas privadas)	93
Apêndice C – Roteiro de Entrevista (órgãos públicos)	97

1 INTRODUÇÃO GERAL

A suinocultura é uma atividade estruturada no Brasil e, por envolver vários elos da cadeia produtiva, faz parte de um setor estratégico para o agronegócio, pois impulsiona a economia, gerando emprego, renda e tributos (ROSSI; PFÜLLER, 2008). Com uma produção nacional próxima de 3,4 milhões de toneladas, conta com um mercado interno em franco crescimento e uma tecnologia avançada, disponível em todas as áreas de produção. Corroborando para esse cenário, após o acesso ao mercado da Rússia em 2001, o país consolidou-se como o quarto maior exportador mundial de carne suína (ABCS, 2011).

O crescimento da suinocultura no país fez crescer a preocupação com o excedente de dejetos que, por serem produzidos em grandes quantidades, não são absorvidos pelo solo e se tornam fonte de poluição de rios e solos (KUNZ; HIGARASHI; OLIVEIRA, 2005). Esses aspectos mostram a importância do entendimento acerca do setor produtivo e suas formas de adaptação, em busca de uma produção voltada às exigências sustentáveis e recursos que permitam maior rentabilidade para o setor.

Neste sentido, a cadeia produtiva de carne suína passa por adaptações, às exigências do mercado consumidor que a cada dia se preocupa mais com a segurança alimentar, proteção ambiental e conceitos de bem estar animal (ABCS, 2011).

Desta forma, torna-se fundamental compreender o desenvolvimento de estratégias econômicas eficazes para aumentar a produção, comercialização e exportação de seus produtos, considerando os principais aspectos que permeiam essa atividade.

Assim, dentre outros aspectos, um dos motivos, que impulsionaram agropecuaristas a buscarem alternativas tecnológicas, visando produção, a custos menores e de forma sustentável para o setor rural, foi o fator energético, considerando a crescente demanda, aumento dos preços e a necessidade mundial de substituição das fontes fósseis pelas renováveis (SANTANA; CINTRA, 2012).

Desta forma, a viabilidade ambiental da atividade, aliada aos ganhos econômicos oriundos da utilização do biogás como matriz energética na propriedade e a redução na aquisição de insumos químicos para as atividades agrícolas, em decorrência da utilização do biofertilizante, são apontadas como os principais benefícios dessa tecnologia (COLDEBELLA, 2006).

Nesse contexto, segundo Gaspar (2003), a receita advinda do biogás para geração de energia elétrica e biofertilizante geram oportunidades de ganhos na produtividade e

comercialização dos produtos, apresentando vantagem econômica e sustentável, em comparação ao uso de fontes tradicionais. Sob esta ótica, os biodigestores consolidam-se como uma opção valiosa para o aproveitamento de dejetos e restos de cultura, além das vantagens para o saneamento ambiental e a diminuição de custos no setor rural (BARREIRA, 2011).

O tratamento dos dejetos é um dos principais fatores impostos pelas normas da legislação ambiental brasileira que, se não adequadamente manejados, comprometem todo o setor produtivo e, em contrapartida, influenciam na comercialização da carne (PALHARES, 2009).

Considerando então a necessidade de tratamento adequado dos dejetos suínos e o anseio dos produtores rurais por uma produtividade mais rentável e ambientalmente correta é que se fazem necessários estudos que avaliem os aspectos econômicos dos subprodutos (biogás, biofertilizante) produzidos pela tecnologia de biodigestão anaeróbica justificando-se, desta forma, esta pesquisa.

Assim, a fim de determinar as características atuais do aproveitamento de dejetos suínos com a utilização de biodigestores adaptados para região e a viabilidade econômica do biogás para geração de energia elétrica e os benefícios econômicos com o uso do biofertilizante nas propriedades suinícolas pesquisadas, foram escolhidas para realizar a pesquisa propriedades rurais suinícolas vinculadas à Associação de suinocultores de Itaporã – MS (ASSUITA), que atua desde os anos de 1990, na defesa dos interesses dos associados da região da Grande Dourados – MS. Nesse contexto, a seguinte pergunta de pesquisa direciona os esforços dessa análise: É possível desenvolver a atividade suinícola de forma economicamente sustentável, utilizando o biogás e o biofertilizante, produzidos pelo biodigestor? .

O objetivo geral dessa pesquisa foi identificar a viabilidade econômica do biogás para geração de energia elétrica e os benefícios econômicos com a disponibilidade do biofertilizante para as propriedades suinícolas pesquisadas e vinculadas a Associação de Suinocultores de Itaporã –MS.

Para melhor entendimento do tema abordado na pesquisa, os objetivos específicos consistiram em investigar as características atuais da adoção dos biodigestores na criação de suínos e avaliar a viabilidade econômica do biogás na geração de energia elétrica e benefícios econômicos do uso do biofertilizante nas lavouras.

Para melhor apresentação do trabalho, esta dissertação foi organizada em dois capítulos sob a forma de artigos como segue:

1º artigo, intitulado “Inserção dos biodigestores no sistema produtivo suinícola” organizado sob forma de um ensaio teórico, teve por objetivo revisar as principais teorias referentes à funcionalidade dos biodigestores e a existência de uma política ambiental sob as óticas pública e privada, relacionadas ao setor.

O 2º artigo, intitulado “sustentabilidade econômica do biogás para geração de energia elétrica e benefícios do biofertilizante em propriedades suinícolas” teve como objetivo, sob as óticas pública e privada, resgatar as principais informações empíricas da real funcionalidade dos biodigestores para as propriedades pesquisadas e vinculadas à ASSUITA, na região da Grande Dourados – MS, destacando a análise econômica estimada, da produção de biogás para geração de energia elétrica e do biofertilizante como adubo orgânico.

ARTIGO 1

Inserção dos biodigestores no sistema produtivo suinícola

RESUMO

A suinocultura brasileira atualmente encontra-se bem estruturada e vive momentos de grandes transformações em virtude das exigências dos mercados nacional e internacional que pressionam o setor a produzir com parâmetros voltados à sustentabilidade, apoiados no tripé econômico, social e ambiental. No entanto, a necessidade de embasamento teórico, pautado nos conflitos ambientais e econômicos da criação de suínos tem sido tema de várias pesquisas, apoiadas em tecnologias, capazes de proporcionar uma produção economicamente sustentável. Neste contexto, o artigo se configura em um ensaio teórico que busca analisar sob a ótica de diversos autores o uso dos biodigestores na atividade suinícola, como uma alternativa favorável à preservação ambiental e maior rentabilidade para os produtores rurais através do aproveitamento de seus subprodutos (biogás e biofertilizante). Por isso, traçar o perfil econômico e ambiental com a inserção dos biodigestores de forma apropriada e ajustada na criação de suínos, tem sido considerado importante em prol à competitividade nos mercados interno e externo. O ensaio teórico aponta que os biodigestores tornaram-se uma tecnologia alternativa ao acréscimo econômico para suinocultores e fundamentais à ascensão do agronegócio no país, por possibilitarem uma maior produtividade aliada à preservação ambiental, fatores relevantes a um mercado competitivo cada vez mais exigente.

Palavras-Chave: Sustentabilidade econômica. Suinocultura. Tratamento de dejetos. Competitividade.

ABSTRACT

Brazilian pig farming is currently well structured and has been through moments of great changes due to the demands of both national and international markets of the sector that aim a production based on parameters of sustainability, supported by the economic, social and environmental tripod. However, the need for theoretical basis, related to environmental and economic conflicts of pig farming has been theme of many researches, supported by technologies capable of providing an economically sustainable production. In this context, this paper is configured in a theoretical essay that seeks to analyze, under the perspective of several authors, the use of digesters on swine production as a favorable alternative to environmental preservation that may increase the farmers' profitability by the use of byproducts (biogas and bio-fertilizer). Thus, to trace the economic and environmental profile with the proper and adjusted insertion of the digesters on the pig farming is considered an important tool for the sake of competitiveness in national and international markets. The theoretical essay pointed out that the digesters have become a technological alternative for pig farmers to economic growth and for the increase of fundamental agribusiness in Brazil, once they allow a greater productivity bonded to environmental preservation, relevant factors to a competitive market each time more demanding.

Key words: Economic sustainability. Swine production. Waste treatment. Competitiveness.

1 INTRODUÇÃO

A respeito da evolução tecnológica da produção agropecuária brasileira, a atividade suinícola tem assumido um papel importante, considerando as exigências dos mercados nacional e internacional por produção sustentável. No entanto, para que o suinocultor possa manter-se no mercado, considerado bastante competitivo, é essencial que se estabeleça um constante trabalho de modernização, qualidade, adaptações à demanda e atendimento às normas ambientais que regem a produção (PALHARES, 2009).

Nessa concepção, a tecnificação para o tratamento dos dejetos suínos é o grande desafio para essa atividade, pois com o aumento da produção de suínos cresce também a geração de dejetos (BARICHELO et. al., 2011).

Na mesma medida, aumenta a preocupação com a emissão de gases efeito estufa, pois a mudança global do clima é um dos mais graves problemas ambientais desde século (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006). A pressão do mercado interno e externo pelo aumento da produção com mais qualidade e que não polua o meio ambiente (solo, ar, rios) levaram suinocultores a adequarem-se a realidade do setor produtivo na busca do equilíbrio entre a produção e a preservação ambiental.

Desta forma, a reestruturação do sistema produtivo suinícola em prol das exigências do mercado consumidor, pautada em parâmetros de certificação de qualidade, é um dos principais desafios desse setor. Assim verifica-se que o manejo inadequado dos dejetos suínos tem tomado proporções significativas, quer seja por uma maior consciência ambiental dos produtores, quer seja pelo aumento das exigências dos órgãos fiscalizadores e da sociedade em geral. A combinação desses fatores tem culminado na demanda por tecnologias adequadas ao manejo e disposições dos dejetos suínos.

Nesse contexto, o grande desafio da suinocultura é adequar-se à exigência da sustentabilidade ambiental, energética e à redução da emissão dos gases efeito estufa (GEE), pois as demandas de energia (térmica/elétrica) água de boa qualidade e alimento são paradigmas a serem vencidos (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

Desta forma, a tecnologia de biodigestão anaeróbica vem sendo considerada uma alternativa de sustentabilidade econômica viável em muitas propriedades rurais, por apresentar ganhos referentes ao saneamento, à produção de fertilizante e energia gerada a partir da produção de biogás que, em algumas situações, pode substituir o uso de combustíveis fósseis (LIMA, 2008).

Assim, considerando o esclarecimento acerca do tema proposto, esse artigo foi organizado sob a forma de um ensaio teórico com a finalidade de revisar as principais características e importância do sistema produtivo suinícola, sob a ótica da sustentabilidade econômica com a inserção dos biodigestores para o tratamento dos dejetos. Esse ensaio visa abordar as oportunidades econômicas para suinocultores, com o aproveitamento dos subprodutos (biogás, biofertilizante) e a redução da emissão dos gases efeito estufa para a atmosfera.

2 Cenário suinícola nacional

A suinocultura brasileira conta com um rebanho próximo de 35 milhões de suínos. Destaca-se entre os quatro maiores produtores e exportadores do mundo com um consumo variando entre 11-13 kg/hab/ano, que posiciona o país em sexto lugar no mercado consumidor (KUNZ; MIELE; STEINMETZ, 2009).

Com a produção e o consumo de carne suína brasileira em pleno crescimento, estima-se que a produção nos próximos sete anos atinja uma média anual de 2,84% e o consumo projeta uma média anual em torno de 1,79% justificado por avanço tecnológico e forte demanda internacional (MASCARENHAS et al., 2012). Ainda segundo Mascarenhas et al. (2012), quanto às expectativas futuras, estima-se que o Brasil apresentará uma média anual de 4,91% de crescimento até 2019.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Produtora e exportadora de Carne Suína - ABIPECS (2011), do total de carne suína produzida no país, 84,7%, foi destinada a atender o mercado interno e 15,3% para o mercado externo.

Esse cenário reforça a importância da reestruturação do sistema produtivo em prol das exigências do mercado internacional em importar carne suína, pautada em parâmetros de certificação de qualidade, ou seja, produtos mais confiáveis, diminuindo os desperdícios (reciclagem) e aumentando a preservação ambiental (SANTANA; CINTRA, 2012).

Com o cenário positivo da produção e consumo da carne suína favorecido principalmente com o aumento da demanda internacional, o país vem ganhando espaço no quadro de exportações, conforme demonstrado no Quadro 1.

Localidades	Toneladas	Participação	Mil (US\$)	Participação
Rússia	47.031	30,65%	160.966	39,26%
Hong Kong	39.721	25,88%	94.600	23,07%
Angola	17.054	11,11%	28.617	6,98%
Cingapura	11.273	7,35%	30.561	7,45%
Uruguai	6.538	4,26%	18.380	4,48%
Chile	3.402	2,22%	8.926	2,18%
Albânia	3.245	2,11%	7.683	1,87%
Geórgia	3.085	2,01%	6.681	1,63%
Argentina	2.770	1,80%	9.786	2,39%
Ucrânia	2.303	1,50%	6.875	1,68%
Outros	17.035	11,10%	39.924	9,01%
Total	153.457	100,00%	410.000	100,00%

Quadro1 – Principais destinos da carne suína brasileira – jan/abr 2014.

Fonte: Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2014).

Conforme verificado no Quadro 1, dos países que importam carne suína brasileira, a Rússia assume o primeiro lugar no ranking com um volume de importação em torno de 47.031 toneladas de carne suína e com uma participação de 30,65% do total de importações, em seguida, vem à região de Hong Kong, localizada na China, com 25,88%. A representatividade da Ucrânia é significativa, porém é mínima se levar em consideração a porcentagem de 1,50% em relação às demais localidades importadoras de carne suína brasileira.

Segundo estimativa da ABIPECS, a região de Hong Kong, na China, poderá aumentar a participação de 25,88% em 2014 para 30% em 2015, a Rússia, principal cliente da carne suína brasileira, ampliaria de 30,65% em 2014 para 50% em 2015. Com o quadro positivo, de exportações da carne suína brasileira, as projeções de produção apresentam um crescimento, nos períodos de 2011/2012 a 2021/2022, de 2,0% ao ano (MAPA, 2011).

Ainda segundo Luz (2014), projeções para 2050 estimam um crescimento da população mundial de 6,9 bilhões (2010) para 9,1 bilhões em 2050. Ainda segundo o mesmo autor, também existem projeções, de crescimento do consumo das carnes bovina e suína até 2050, conforme demonstrado na Figura 1.

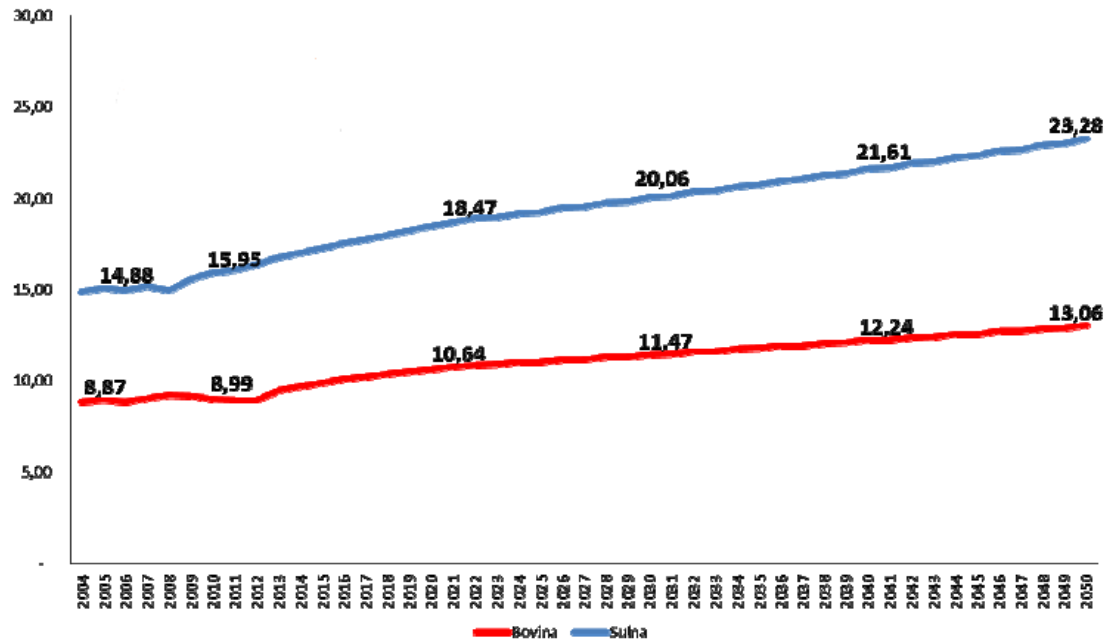


Figura 1: Crescimento do consumo de carnes bovina e suína no mundo até 2050

Fonte: Luz (2014).

Conforme dados da Figura 1, as projeções de crescimento do consumo da carne suína demonstram que, haverá um crescimento de aproximadamente 10,64% no ano de 2020, devendo atingir a porcentagem de 13,06 % em 2050, esses dados são otimistas em relação às projeções de crescimento da população mundial e consequentemente o consumo de proteína animal.

O sistema de criação de suínos é predominante em pequenas e médias propriedades rurais, cuja característica é de um sistema de produção integrado, geralmente através de associações e cooperativas (ROSSI; PFÜLLER, 2008).

Nesse sistema, geralmente, as integradoras (agroindústrias) fornecem ração, genética e assistência técnica, cabendo aos integrados (suinocultores) o investimento em instalações e equipamentos nas granjas, arcando também com os custos com mão de obra, energia, manutenção e manejo dos dejetos (MIELE et al., 2012). Para o mesmo autor, o sistema de integração é predominante na região Sul, porém está crescendo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país. Neste contexto, os elos da cadeia produtiva de exportação da carne suína entre integrados e integradores configuram-se conforme demonstra a Figura 2.

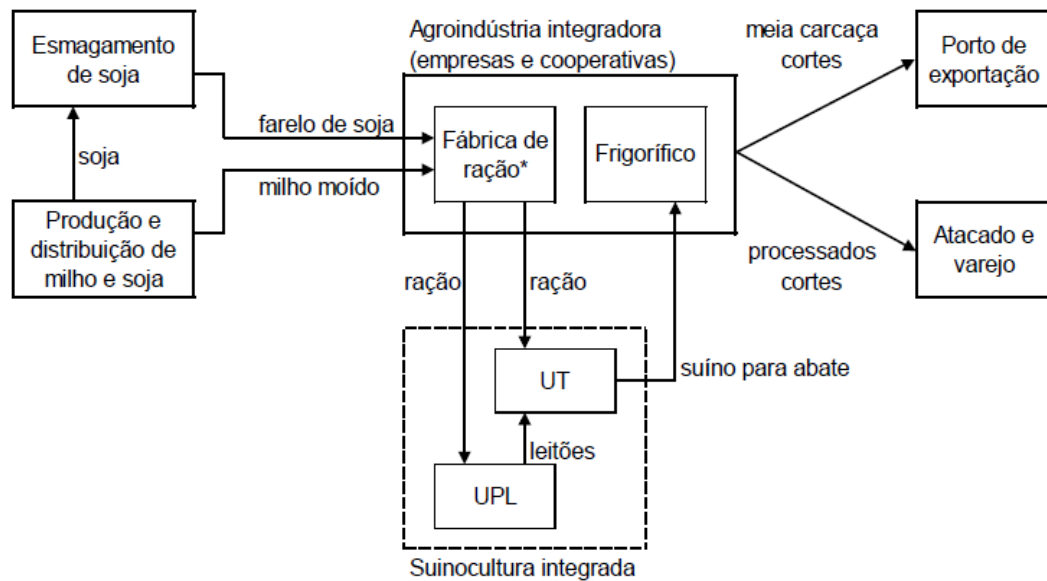


Figura 2 - Composição dos elos da cadeia produtiva da carne suína integrada.

Fonte: Miele et al. (2012, p. 4).

Verifica-se que a cadeia produtiva suinícola envolve uma sucessão de operações interligadas, desde a produção até a distribuição do produto final, onde os principais atores desta atividade (suinocultores e agroindústrias) estabelecem deveres e obrigações mútuas, configurando-se, assim, numa importante aliada ao progresso desta atividade.

Assim a produção intensiva de animais em propriedades especializadas vem ganhando espaço na suinocultura brasileira, proporcionando aumento de produtividade por matriz e ganhos de escala para produtores mais tecnificados (ROSSI; PLÜLLER, 2008).

Esse aumento de produtividade também corrobora para o aumento de dejetos suínos, preocupando, tanto a integradora que, prima pela produção com qualidade de certificação, quanto aos suinocultores integrados, que deverão cumprir com as normas da legislação ambiental na criação de suínos, aliando produção ao correto manejo de dejetos, sendo esse um dos motivos que, provavelmente, levam produtores suinícolas a tecnificação na produção de suínos.

Segundo dados do Levantamento Sistemático de Produção de Suínos (LSPS), o número de matrizes suínas no Brasil é de aproximadamente 2,4 milhões e, desse total, mais de 1,6 milhões de matrizes são criadas em sistemas altamente tecnificados, onde os animais criados em sistema de confinamento recebem alimentação balanceada e cuidados sanitários específicos (ABCS, 2011). A representatividade da produção tecnificada de matrizes no Brasil está ilustrada no Quadro 2.

Regiões	Estados	Produção de matrizes	Porcentagem no Brasil
Sul	Santa Catarina	420.000	25,39%
	Rio Grande do Sul	290.000	17,53%
	Paraná	270.000	16,32%
	Total	980.000	59,24%
Sudeste	Minas Gerais	241.490	14,60%
	São Paulo	120.000	7,26%
	Espírito Santo	18.660	1,13%
	Total	380.150	22,99%
Centro-Oeste	Mato Grosso	110.000	6,65%
	Goiás	100.000	6,05%
	Mato Grosso do Sul	51.749	3,13%
	Distrito Federal	11.000	0,67%
	Total	272.749	16,50%
Nordeste	Ceará	8.000	0,48%
	Bahia	6.000	0,36%
	Outros	7.101	0,43%
	Total	21.101	1,27%
Brasil	Total geral	1.654.000	100%

Quadro 2 – Produção tecnificada das matrizes alojadas no Brasil.

Fonte: Adaptado da ABCS (2011).

O Quadro 2 demonstra que a Região Sul tem maior expressão na produção de suínos, pois do total dos 100% da produção tecnificada, 59,24% é da Região Sul. Em seguida, com uma produção de 380.150 mil suínos, a Região Sudeste é atualmente a segunda maior produtora do país e a Região Centro- Oeste com 16,50% assume a terceira posição do país, posição está favorecida principalmente pela significativa produção de grãos (soja e milho) na Região.

Com a expansão de matrizes, na Região Centro – Oeste, a mesma deverá ultrapassar, nos próximos anos, o Sudeste devido a expansão da produção de grãos, abundância de água, clima favorável e topografia do solo (ABIPECS, 2011).

Verifica-se então que a suinocultura na Região Sul vem se inovando gradativamente, conseguindo firmar-se no século XXI como a maior produtora de carne suína do Brasil. No

mesmo período, a região Centro-Oeste apresenta um quadro positivo de crescimento nesse setor, principalmente por ser uma região que assume um papel significativo na produção de grãos e com um clima considerado favorável à atividade.

2.1 Estado de Mato Grosso do Sul

No estado de Mato Grosso do Sul, a produção de suínos em 2011 foi de 56 mil cabeças, um crescimento considerado significativo, pois de 2004 até 2011 o estado teve um aumento de 23,85% em sua produção (ABIEPCS, 2011).

Quanto ao número de exportações de carne suína do país, o cenário apresentou resultados negativos em março quando comparado com fevereiro, conforme demonstrado na Figura 3.

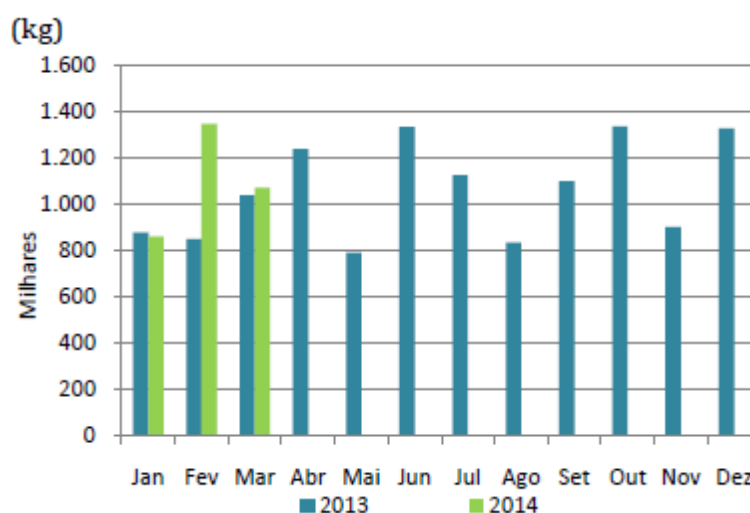


Figura 3– Exportação de carne suína in natura de Mato Grosso do Sul, em milhões de kg nos períodos de (2013 a 2014).

Fonte: SECEX (MDIC) Elaboração: UNITEC – FAMASUL (2014).

Conforme verificado na Figura 3, houve uma variação negativa no quadro de exportações do Estado, principalmente em março, quando comparado a fevereiro nos períodos de 2013 a 2014. O volume total de exportação foi de, 1,06 mil toneladas no mês de março, enquanto em fevereiro foi 1,3 mil toneladas (FAMASUL, 2014).

Essa redução foi por causa da crise na Ucrânia, pois em fevereiro a Ucrânia era o principal importador de carne suína, com 38,8% do total e, em março o país deixou de importar carne suína do Mato Grosso do Sul (FAMASUL, 2014).

Os impasses acerca das barreiras sanitárias também são considerados relevantes nas discussões do comércio internacional e se não fossem impedimento para a exportação

brasileira, o país poderia triplicar suas exportações. Este é um dos principais desafios a serem vencidos pelo MS nos próximos anos (MASCARENHAS et al., 2012).

As exigências no cumprimento da legislação ambiental pelos órgãos competentes também vem sendo intensificada ao longo do tempo, resultado da posição global em relação ao meio ambiente em consequência da conscientização sobre as necessidades de preservação ambiental. Desde então, os mercados interno e externo têm estimulado e incentivado o setor produtivo a melhorar a sua produtividade pautada no desenvolvimento sustentável (SANTANA; CINTRA, 2012).

Nesse sentido, a busca pelo desenvolvimento sustentável vem ganhando importância em todas as atividades produtivas, configurando-se, em muitas situações, como uma das principais metas das unidades de produção (HERNANDES; SCHMIDT; MACHADO, 2010).

Verificam-se então, as visíveis mudanças do setor produtivo suinícola, vislumbrando transformações e adequações dessa atividade envolta às necessidades de produção voltadas ao exigente mercado consumidor e à conservação dos recursos naturais, embasada no cumprimento da legislação ambiental vigente.

3 A suinocultura e o meio ambiente

A produção sustentável é pautada em várias exigências ambientais e países tradicionais na produção de suínos como Holanda, Dinamarca, França, Alemanha, Canadá e Estados Unidos da América estabelecem a criação de suínos em cumprimento à legislação ambiental e suas regulações e diretrizes (PALHARES, 2009).

A legislação ambiental brasileira, em comparação à europeia, ainda é simples e mesmo com uma produção voltada para avanços tecnológicos, o Brasil precisa aprimorar mais sua legislação nos âmbitos nacional e estadual. Isso para que se possa atingir uma produção eficiente em termos competitivos, pautada principalmente na preservação ambiental (PALHARES, 2009).

Dentre os vários instrumentos citados pela FAO que servem de mediação de conflitos ambientais na produção animal, os financeiros atingem 76% e os regulatórios 56%, dentre os dois instrumentos. Segundo Palhares (2009), os regulatórios são os mais contestados pelos atores da cadeia suinícola, pois são os que determinam o controle do uso de recursos naturais e padrões técnicos das emissões de poluentes.

A principal causa de emissão de poluentes na criação de suínos está relacionada aos dejetos, pois o lançamento direto desse esterco nos cursos de água acarreta desequilíbrios

ecológicos advindos da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, disseminação de patógenos, contaminação das águas potáveis com elementos tóxicos (amônia, nitrato e outros), além das emissões de gases efeito estufa para atmosfera (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

Neste sentido, políticas, regulamentações, diretrizes e programas voltados à produção suinícola do país devem ser pensados e aprimorados para que possam ser cada vez mais internalizados e satisfeitos por todos os envolvidos na produção (PALHARES, 2009).

Conforme demonstra Figura 4, fatores de infraestrutura são considerados fundamentais para o desenvolvimento da atividade suinícola, desde o seu planejamento até seu funcionamento.

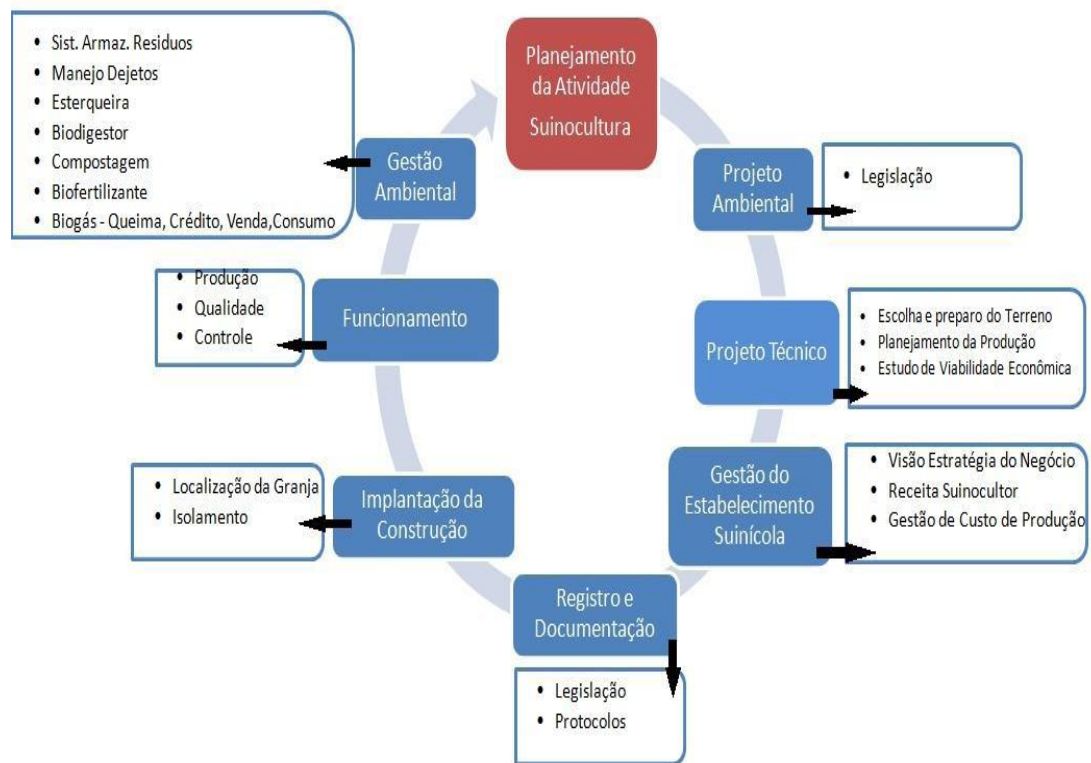


Figura 4 - Ciclo de Planejamento da Suinocultura.

Fonte: Zanella (2012, p. 37).

Verifica-se que nos sistemas produtivos suinícolas, o princípio da qualidade do ambiente deve ser entendido e adotado pelos executores dos processos produtivos, os quais deverão seguir as normas jurídicas e seus respectivos mecanismos de regulação atrelados à legislação ambiental e licenciamento ambiental. Isso porque no sistema de confinamento da criação de suínos é comum grandes volumes de dejetos concentrados em pequenas áreas (ZANELLA, 2012).

Neste contexto, a necessidade por soluções opcionais para o manejo, utilização, tratamento racional e econômico dos dejetos de suínos tornam-se prementes, já que 35% dos componentes das dietas fornecidas (ração e água) são convertidas em massa corporal e 65% são excretados e se não houver um manejo adequado, pode resultar num elevado potencial de degradação ambiental especialmente do ambiente hídrico (KONZEN, 1997).

Neste caso, o tratamento de dejetos através de tecnologias limpas é de caráter preventivo e aplicativo, cuja meta principal é aumentar a eficiência e reduzir perdas e riscos, a fim de preservar o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida dos seres vivos em geral (PERUZATTO, 2009)

Com a perspectiva de crescimento da atividade suinícola para os próximos anos e a reestruturação do setor, tem-se vislumbrado a modernização constante desse sistema produtivo, e várias ações, projetos e tecnologias surgem com a finalidade de contribuir na melhoria da qualidade ambiental. Os biodigestores são uma das tecnologias que serviram para dar suporte à criação de suínos, com o propósito de promover adicionalidade econômica e sustentável com o tratamento de seus dejetos.

4 Biodigestores na suinocultura

É bastante antiga a utilização de biodigestores, como forma alternativa de solução para as questões dos resíduos das atividades agropecuárias. Os pioneiros na utilização dessa tecnologia, inicialmente nas décadas de 1950 a 1960 foram os países da China e Índia. Assim, os chineses buscavam nessa tecnologia o biofertilizante necessário para produção de alimentos, devido ao excesso populacional nesse país; e na Índia, o destaque é o uso do biogás no meio rural, a fim de prover energia e iluminação doméstica (NOGUEIRA; ZURN, 2005).

No Brasil, esta tecnologia foi difundida nas décadas de 1970 a 1980, em busca da então “energia alternativa”. Posteriormente caiu em descrédito, pela falta de conhecimento e acompanhamento técnico, mas foi na década de 1990 que os biodigestores ganharam força, pois foram considerados como uma alternativa de agregação de valores aos dejetos, das quais uma das funcionalidades foi a produção de biofertilizante nos cultivos das propriedades dentro dos preceitos das boas práticas agrônômicas (KUNZ, 2006).

Diante deste contexto, ressalta-se a necessidade de maiores informações acerca dos biodigestores vistos como uma alternativa tecnológica, voltado a minimizar os impactos

negativos ao meio ambiente e ainda proporcionar ganhos econômicos com a produção de biogás e biofertilizante.

Segundo Santana e Cintra (2012), existem vários modelos de biodigestores, em pequeno e médio porte, que dependendo das suas características de utilização para o tratamento de dejetos, podem apresentar vantagens e desvantagens. Assim, os projetos de implantação de biodigestores obedecem alguns critérios e etapas, cujos modelo e dimensionamento baseiam-se no tempo de retenção hidráulica e nas quantidades de dejetos produzidos por fase (Matrizes CC¹, UCT², Matrizes UPL³, Crechário⁴).

No Brasil, o modelo de biodigestor indiano, destacado na Figura 5, foi o mais difundido pela sua simplicidade e funcionalidade. Esse modelo possui uma cúpula móvel de metal que funciona como um verdadeiro gasômetro podendo estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em selo d'água externo, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras, possibilitando que o material circule por todo interior da câmara de forma homogênea (SANTANA; CINTRA, 2012).

A mistura de matérias orgânicas possibilita a fermentação anaeróbica, produzindo biogás que se armazena na cúpula e quando o tanque se enche de carregamento, uma quantidade de massa orgânica já digerida, é forçada a passar para a câmara seguinte. O material que sai desse segundo tanque é o biofertilizante, adubo composto de 5% de sólidos pastosos e 95% de líquido (BARREIRA, 2011).

¹ Ciclo completo

² Unidade de crescimento e terminação

³ Unidade produtora de leitões

⁴ Leitões em crescimento

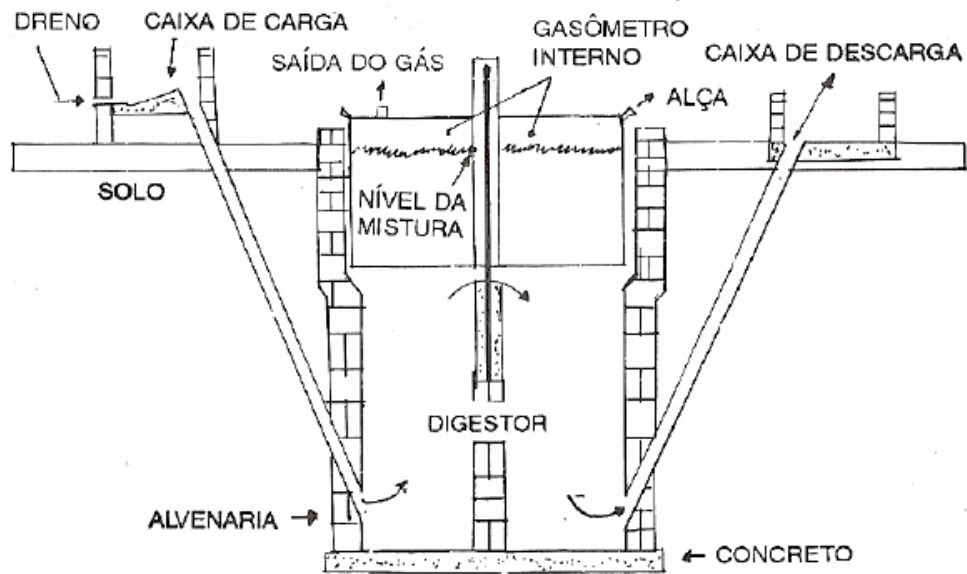


Figura 5 - Biodigestor modelo indiano.

Fonte: Barreira (2011).

A alimentação de resíduos, neste modelo de biodigestor deverá apresentar uma concentração de sólidos totais (ST) inferior a 9%, com o propósito de facilitar a circulação do resíduo na parte interna da câmara de fermentação o que, desta forma, previne entupimentos dos canos de entrada e saída do material, cujo abastecimento deverá ser contínuo, geralmente alimentado por dejetos suínos ou bovinos (DEGANUTTI et al., 2002).

Quanto aos custos de implantação, o gasômetro de metal que possui esse tipo de modelo geralmente é mais caro e, conforme a distância das propriedades, pode dificultar e tornar mais caro o transporte (DEGANUTTI et al., 2002).

O biodigestor chinês apresentado na Figura 6 possui uma câmara cilíndrica feita de alvenaria, com teto impermeável, usado para armazenar o biogás, assim, tem bom isolamento natural e a temperatura é mais ou menos constante (DEGANUTTI et al., 2002).

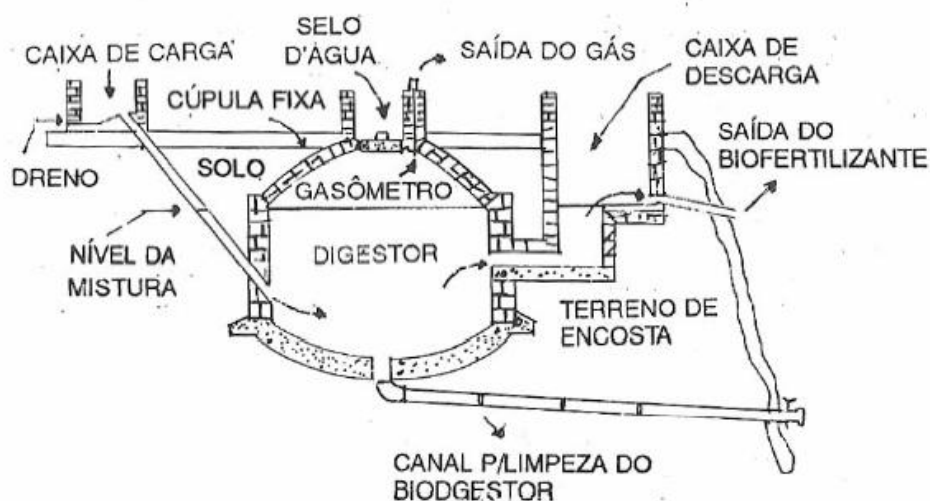


Figura 6 - Biodigestor modelo chinês.

Fonte: Barreira (2011).

Nesse modelo de biodigestor, uma parte do gás constituído na caixa de saída é liberado para a atmosfera, ocorrendo sua redução parcial, por esse motivo, a implantação desse modelo não é recomendável para instalações de grande porte (DEGANUTTI et al., 2002).

No entanto, críticas a esse modelo apontaram que, apesar do baixo custo pelo não uso do gasômetro em chapa de aço, podem ocorrer problemas com vazamento do biogás, caso a base de estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada (DEGANUTTI et al., 2002). Desta forma, é preciso um profissional (pedreiro) capacitado para sua construção, uma vez que os tijolos usados na construção da câmara onde a biomassa passa pelo processo de biodigestão anaeróbica precisa ser assentada sem o concurso de escoramento. (GASPAR, 2003).

A outra crítica refere-se à oscilação da pressão de consumo, a qual foi solucionada com a utilização de uma simples válvula, que pode manter a pressão no nível desejado, solução esta implementada pela adaptação do modelo chinês às características brasileiras, empreendida pela Universidade Católica de Goiás, em parceria com a Empresa de assistência técnica e extensão rural (Emater) - GO (GASPAR, 2003).

O modelo fluxo tubular, popularmente chamado de Canadense conforme demonstra Figura 7, é mais recente e amplamente difundido em propriedades rurais. Apresenta uma tecnologia mais avançada e é hoje mais utilizada dentre as demais.



Figura 7 - Biodigestor modelo canadense.

Fonte: Arquivo pessoal (2014).

Esses biodigestores tiveram o aval da ONU e foram implantados em propriedades suinícolas pela empresa AgCert, assim, foi estabelecido um modelo em parceria com a Sansuy que, a partir de seu funcionamento em propriedades de pequeno e médio porte, começaram a produzir e utilizar biofertilizantes como insumo na produção agrícola e pastagem (KONZEN, 2006).

Conforme a região, a construção desses biodigestores obedeceram algumas etapas e critérios. Por exemplo, no Sudeste e o Centro-Oeste foi construído com base no tempo de retenção hidráulica (32 dias) e nas quantidades de dejetos produzidos por ciclo de produção (KONZEN, 2006).

Observa-se então, que para a implantação de biodigestores são necessários alguns critérios preliminares, com vistas à correta adequação do empreendimento, determinados principalmente pela localização da região e porte da criação de suínos.

Os biodigestores também são classificados como: descontínuos (batelada) e contínuos. No primeiro, o sistema é bastante simples e de fácil manuseio, cujo abastecimento (matéria orgânica) é realizado com o biodigestor totalmente fechado e sem a presença do ar, para então dar início ao processo de fermentação (SANTANA; CINTRA, 2012).

De modo geral os modelos contínuos são divididos de acordo com seu posicionamento no solo - podendo ser vertical e horizontal - cujo abastecimento é contínuo e com resíduos que tenham decomposição relativamente fácil, de boa qualidade (SANTANA; CINTRA, 2012). Diante desses fatos, a precisão acerca do modelo ideal de biodigestores pode vir a ser determinante para a consolidação dessa tecnologia no tratamento de dejetos suínos.

Verifica-se então que a variação de modelos e tipos de biodigestores implantados no Brasil foi adequando-se conforme a localização da região, clima, ciclo produtivo, custo de implantação, operacionalização e manutenção do sistema. No entanto, é preciso deixar claro que todo processo de implantação de uma nova tecnologia no setor produtivo suinícola exige um projeto envolvendo vários processos que estejam adequados ao cumprimento da legislação ambiental.

5 Produção de biogás para geração de energia elétrica

O Brasil é dono de uma das mais exuberantes biomassas do planeta, cuja definição é traduzida em massa total de matéria orgânica (plantas, animais; inclusive seus resíduos) que, por causas biológicas, são passíveis de decomposição, pela ação de diferentes tipos de bactérias (PEREIRA, 2011). Para o mesmo autor, a biomassa quando decomposta sob a ação de bactérias metanogênicas (produtoras de metano), produz biogás em maior ou menor quantidade e podem vir a ser transformadas em fonte de riqueza, como por exemplo, geração de energia elétrica.

Porém, a variação da quantidade do biogás vai depender de alguns fatores como, por exemplo, a temperatura, nível de pH, relação carbono/nitrogênio, presença ou não de oxigênio, nível de umidade, quantidade de bactérias, volume e tipo de biomassa (GASPAR, 2003). Verifica-se então a necessidade de maiores informações a respeito do aproveitamento dos dejetos de suínos, para produção de biogás e geração de energia renovável.

No entanto, a diversificação da matriz energética tem se tornado uma prática cada vez mais favorável, principalmente com a utilização da biomassa como fonte renovável e ecologicamente correta, pois permitem a obtenção de energia sem recorrer à queima de combustíveis fósseis (PECORA, 2006).

No caso da suinocultura e avicultura, o custo com o consumo de energia elétrica no setor produtivo torna-se cada vez mais significativo pela interferência no custo final de produção. Desta forma, deve-se analisar com maior empenho, uma vez que as oscilações de preço podem reduzir a competitividade do setor (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006). Por isso a necessidade de implantar tecnologias que sirvam como alternativas capazes de suprir a crise energética, a partir de fontes renováveis e solucionar os problemas do aquecimento global são fundamentais.

Na tentativa de combater o mau uso dos recursos naturais, várias estratégias de proteção foram criadas para o tratamento de dejetos de suínos no Brasil e uma delas é o aproveitamento dessa biomassa para fins energéticos, uma forma de promover a substituição das formas de energia elétrica, não renováveis pelas renováveis (COUTO et al., 2004).

Para melhorar a quota de energias renováveis é preciso aumentar a descentralização do sistema energético e, para que isto aconteça, é necessário melhorar as aplicações de tecnologias que utilizam uma variedade de recursos energéticos renováveis (BUDIARTO et al., 2013).

Várias pesquisas indicam a lacuna existente entre o desejo por uma produção mais rentável e ambientalmente correta, oriunda do aproveitamento de todos os recursos que oportunamente a tecnologia de biodigestão anaeróbica proporciona e a disponibilidade financeira dos suinocultores (GASPAR, 2003; COLDEBELLA, 2006; ESPERANCINI et al., 2007; CERVI, 2009). Neste caso, parte-se do pressuposto que uma política pública voltada ao incentivo financeiro de implantação e manutenção do sistema seja de imediato uma das soluções ao aumento da geração de energias renováveis no país.

Historicamente a implantação dos biodigestores se deu pela crise energética deflagrada em 1973. A partir daí os biodigestores começaram a ser utilizados tanto nos países desenvolvidos quanto nos em desenvolvimento (GASPAR, 2003). Conforme o mesmo autor, com a crise do petróleo na década de 1970 a tecnologia de biodigestão anaeróbica foi trazida para o Brasil.

Mesmo assim no período de crise não chegou a constituir um sólido movimento de substituição dos recursos não renováveis por outras fontes renováveis (PECORA, 2006).

Desta forma, o esquema de utilização dos biodigestores no sistema produtivo de suínos para produção de biogás e utilização deste para gerar energia elétrica encontra-se ilustrado na Figura 8.

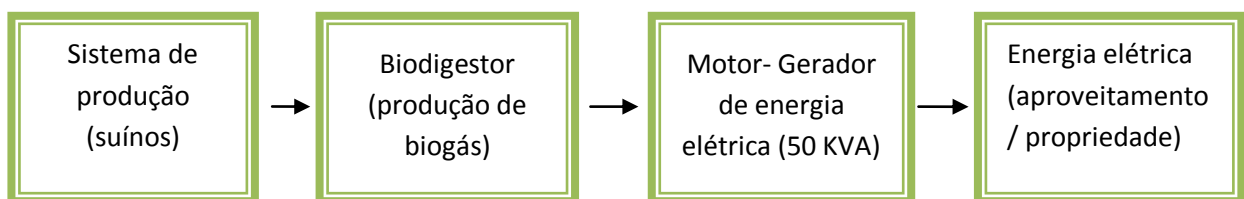


Figura 8 - Fluxograma de produção de biogás para geração de energia elétrica.

Fonte: Martins e Oliveira (2011, p. 479).

Conforme a Figura 8, o sistema de produção de suínos, gera resíduos (biomassa) que são conduzidos para o biodigestor e no seu interior é fermentado e transformado em biogás e

que, por sua vez, é transportado até o motor gerador de energia elétrica (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

No entanto, o desenvolvimento da infraestrutura de energia renovável precisa ser baseada na sua viabilidade técnica, econômica e social. Estes fatores são classificados muitas vezes como problemas que impedem o aumento da utilização de fontes de energia renovável em vários lugares, pois o desenvolvimento do setor de energia deve ser direcionado para aumentar a produtividade, o emprego e o bem estar da sociedade em geral (BUDIARTO et al., 2013).

Na China, um dos problemas da utilização do biogás para geração de energia elétrica na maioria das propriedades (médio e pequeno porte) se dá devido ao custo, pois as concessionárias muitas vezes relutam em comprar energia dessas pequenas centrais de biogás, o que inviabiliza a utilização de energia elétrica apenas para o consumo na propriedade (WEN-CONG; YONG-XI; BERGMANN, 2014).

No entanto, a utilização do biogás para geração de energia elétrica por meio do motor gerador possui diversas funcionalidades. Uma delas está relacionada à irrigação de pastagens, em que, através de uma motobomba, o biofertilizante é bombeado até a pastagem pelo processo de aspersão (CERVI; ESPERANCINI; BUENO, 2010).

Assim, verifica-se que o uso de biogás para gerar energia elétrica é uma das alternativas de fontes renováveis que já existe desde os anos 1970 e se torna realidade em muitas regiões do país, proporcionando, desta forma, adicionalidade financeira e ambiental para muitos suinocultores, por isso a necessidade de entender melhor o processo que envolve a produção de biogás (GASPAR, 2003).

O biogás é uma mistura de gases produzidos pela biodigestão de materiais orgânicos em que alguns microrganismos que atuam na ausência de oxigênio, atacam a estrutura de materiais orgânicos complexos, produzindo 60% a 70% de metano (CH_4) e 30% a 40% de dióxido de carbono (CO_2) e, em menores proporções, outros gases também são encontrados: como 3,4% de nitrogênio (N_2), 0,5% de oxigênio (O_2), traços de hidrogênio (H_2) e gás sulfídrico (H_2S) (SANTANA; CINTRA, 2012). A decomposição anaeróbica desses compostos orgânicos pelos microrganismos é apresentada conforme a Figura 9.

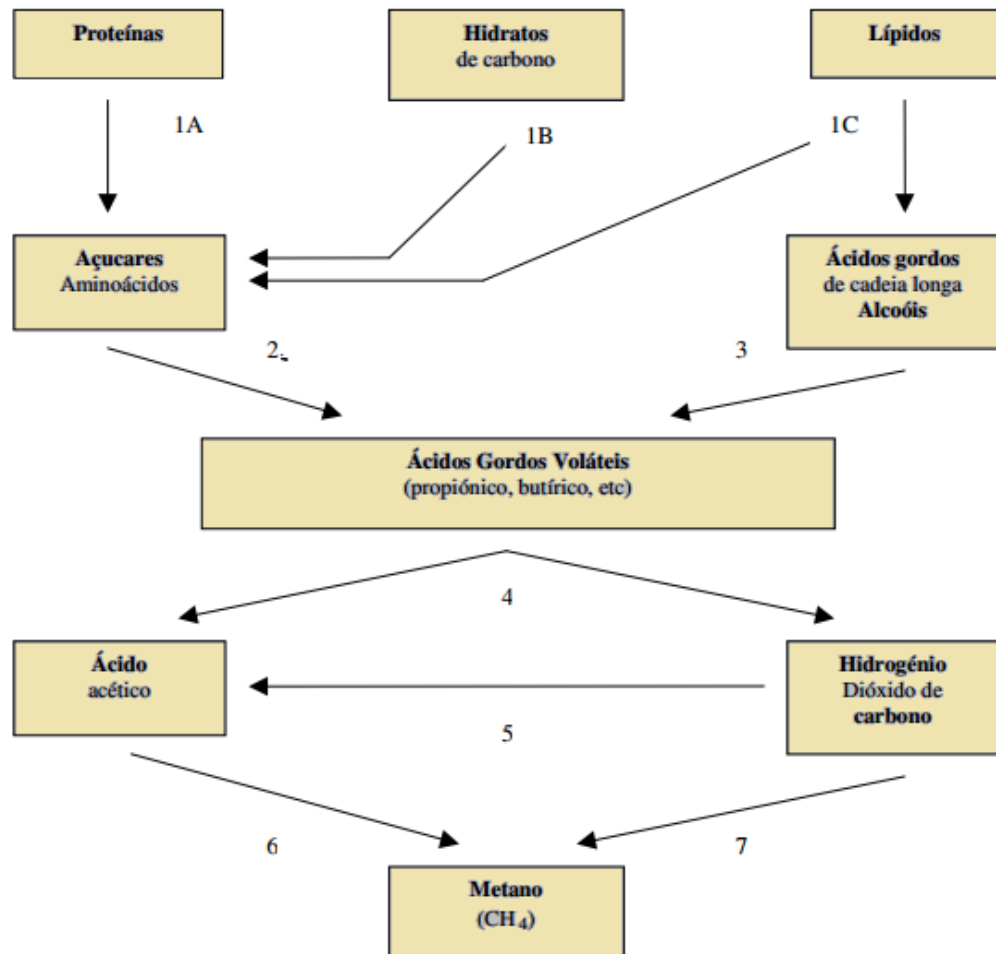


Figura 9 - Digestão anaeróbica de material orgânico solúvel.

Fonte: Oliveira e Higarashi (2006, p. 14).

A produção de biogás, a partir de resíduos animais pode proporcionar autonomia energética de propriedades rurais, servindo como forma de agregação de valor à sua produção; por exemplo, alimentação de sistemas de bombeamento para irrigação de pastagens, lavouras entre outros benefícios (COLDEBELLA, 2006). O biogás produzido pode ser utilizado em vários equipamentos movidos à energia elétrica ou em equipamentos que funcionam com GLP, desde que sejam adaptados, conforme a necessidade das propriedades ou mesmo residências ou empresas.

O poder calorífico do biogás é conferido à porcentagem de gás metano, variando de 5000 a 7000 Kcal /m³. Essa variação decorre de sua maior ou menor pureza determinada pela maior ou menor quantidade de metano. Quando altamente purificado, o biogás pode alcançar até 12.0000 Kcal/m³, desta forma, 1 m³ de biogás é equivalente à produção diferenciada de medidas conforme o tipo de produção Tabela 1.

Tabela 1 – Equivalência de produção do biogás

Por m³ de biogás	Produção
0,613 litros	Gasolina
0,579 litros	Querosene
0,553 litros	Óleo diesel
0,454 litros	Gás de cozinha
0,790 litros	Álcool hidratado
1,536 kg	Lenha
1,428 kw	Eletricidade

Fonte: Barreira (2011).

Conforme dados da Tabela 1, pode-se ter uma noção da quantidade de produtos produzidos com a utilização do biogás por m³, pois o mesmo é um combustível gasoso que pode substituir em parte, fontes de energia, por exemplo, o 1m³ de biogás, equivale a produção de 0,613 litros, de gasolina, 1,536 kg de lenha, dentre outros produtos.

Dependendo do tipo de biomassa empregada, fatores climáticos, dimensão do biodigestor, dejetos de animais entre outros fatores podem influenciar na produção de biogás. Conforme o Quadro 3, a quantidade produzida de biogás por tonelada poderá variar em detrimento da produção diária de dejetos, conforme a criação de animais em uma propriedade.

Tipo de animais	Média de produção diária (dejetos)	Produção de biogás
Bovinos	15 kg/animal	270 m³/ton
Suínos	2,25 kg/animal	560 m³/ton
Eqüinos	10 kg/animal	260 m³/ton
Ovinos	2,80 kg/animal	250 m³/ton
Aves	0,18 kg/animal	265 m³/ton

Quadro 3 – Produção de biogás, conforme produção diária de dejetos.

Fonte: Adaptado de Barreira (2011).

No Quadro 3 é possível, observar a produção de biogás, conforme a quantidade de dejetos por tipo de animais, por exemplo, 2,25 kg de dejetos suínos diários, equivalem a 560 m³/tonelada, 15 kg de dejetos bovino, podem produzir 270 m³ /tonelada.

Assim, à medida que os sistemas de produção de suínos se modernizam, também aumenta a necessidade de tratamento dos resíduos e, aos poucos, a tecnologia de biodigestão anaeróbica torna-se uma alternativa de cumprimento às normas de legislação ambiental como forma, inclusive, de contribuição econômica para os suinocultores.

6 Produção e utilização do biofertilizante

O sistema produtivo suinícola gera muitos resíduos, basicamente compostos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros, resíduos de ração, pêlos e poeira podendo variar conforme o ciclo de produção e peso corporal dos suínos (CERVI; ESPERANCINI; BUENO, 2010).

A decomposição desses resíduos pela biodigestão anaeróbica pode virar um precioso adubo orgânico, chamado de biofertilizante, considerado excelente para a fertilização do solo (BARICHELO et al., 2011).

Para a constatação da eficácia dos biofertilizantes usados como insumo na produção agrícola e pastagem, foram feitas análises de sua composição, concluindo serem bastante diferente dos dejetos de suínos não tratados em biodigestor, pois constataram-se elevadas reduções da demanda (bioquímica, química) de oxigênio; fósforo cobre e zinco.

Desta forma, infere que o biofertilizante caracteriza-se por ser um insumo ambientalmente mais seguro que os dejetos sem tratamento e possui alto valor como adubo orgânico (KONZEN, 2006). Os componentes do adubo orgânico encontram-se ilustrado na Tabela 2, conforme os dados de (SGANZERLA, 1983).

Tabela 2 – Componentes do biofertilizante

COMPOSIÇÃO	QUANTIDADE
Ph	7,5
Matéria Orgânica	85%
Nitrogênio (N)	1,8
Fósforo (P)	1,6
Potássio (K)	1,0

Fonte: Sganzerla (1983, p. 26).

Os componentes encontrados no biofertilizante, conforme demonstrado na Tabela 2, podem apresentar alta qualidade para uso agrícola, com teores médios de 1,5% a 2,0% de nitrogênio (N), 1,0 a 1,6 de fósforo (P) e 0,5 a 1,0 de potássio (K), eles funcionam como adubo orgânico isento de agentes causadores de doenças e pragas às plantas. Esses componentes contribuem para o reestabelecimento do teor de húmus do solo, melhorando suas propriedades químicas, físicas e biológicas (WINROCK, 2008).

Desta forma, funciona também como um corretor de acidez do solo, devido ao seu Ph (potencial de hidrogênio), eliminando o alumínio e liberando o fósforo dos sais insolúveis do alumínio e ferro. Além disso, o aumento do Ph dificulta a multiplicação de fungos não benéficos à agricultura (SGANZERLA, 1993).

Devido a possibilidade de melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo e quando utilizado de forma contínua em lavouras, reduzem significativamente a dependência de adubos químicos, podendo, assim, oferecer uma economia significativa para os produtores rurais (FONSECA; ARAÚJO; HENDGES, 2009).

Ao contrário dos adubos químicos, os biofertilizantes podem ser mais baratos e produzidos em qualquer lugar, utilizando uma ampla gama de matérias-primas, incluído os resíduos da agropecuária e os domésticos. Apesar disso e, em contrapartida, na Nigéria, por exemplo, os excrementos de animais e restos de comida, não são adequadamente tratados e podem constituir um risco à saúde pública deste país (OWAMAH et. al., 2014).

Por seu alto potencial poluidor o biofertilizante (efluente), não pode de maneira alguma ser lançado diretamente nos corpos d'água e, ao considerar sua utilização na propriedade rural, é recomendável um planejamento para adequação de seu uso, para que seja feito de maneira racional (KUNZ; HIGARASHI; OLIVEIRA, 2005).

O biofertilizante possui alta capacidade de fixação no solo, evita a solubilidade excessiva, a lixiviação dos sais, deixa a terra com uma estrutura mais porosa, permitindo maior penetração do ar na zona explorada pelas raízes, evita a erosão e também conserva a terra por mais tempo (SGANZERLA, 1983). Além desses benefícios que aumentam a produtividade das lavouras, o biofertilizante, não possui odor e não atrai moscas (WINROCK, 2008).

No interior dos biodigestores, os dejetos são submetidos à digestão anaeróbica, produzindo o biogás e o que sobra se transforma em biofertilizante. Com características peculiares, este se torna interessante para o uso agrícola, pois possui características que melhoram o teor de húmus do solo, melhorando suas propriedades químicas, físicas e biológicas (BARREIRA, 2011).

Por ser diariamente produzido nos biodigestores, esse subproduto é transferido para um reservatório, de onde é drenado por bombas que pulverizam a lavoura (milho/soja) ou pasto (SILVA et al.; 2012). Na agricultura, pode ser adicionado na forma líquida ou seca, já para a pulverização das verduras, coloca-se 1 l de biofertilizante em 10 l de água, passando a mistura por uma peneira fina (WINROCK, 2008).

No município de São Gabriel do Oeste, no estado de Mato Grosso do Sul, experimentos com a aplicação de biofertilizante em lavoura (milho) e pastagem foram realizados. Referente à aplicação no pasto (capim mombaça, conhecido cientificamente por *Panicum Maximum*), apresentou resultados significativos de produtividade; em relação ao alojamento do gado em piquetes, o aproveitamento foi bem maior, cerca de dez cabeças por hectare de pastagem (SILVA et al., 2012).

Em relação ao aproveitamento do biofertilizante no cultivo do milho (*Zea Mays*) no Assentamento Campanário, em São Gabriel do Oeste – MS, este apresentou maiores resultados, pois foi constatado um aumento de 100% na produtividade do milho (SILVA et al., 2012).

Assim ressalta-se que para recuperar e aumentar a fertilidade do solo, a presença de matéria orgânica é fundamental e o biofertilizante produzido pelo uso do biodigestor é considerado um dos mais potentes adubos orgânicos, o que já vem sendo reconhecido por muitos agricultores (WINROCK, 2008).

Desta forma, percebe-se que a utilização do biofertilizante em diferentes tipos de cultivo e pastagem é bastante ampla, tanto no país como no exterior. Porém esse tipo de pesquisa ainda precisa ser mais difundida, para que diversos tipos de produção façam uso desse fertilizante natural, a fim de melhorar o processo de reciclagem dos recursos naturais. No que se refere aos adubos químicos, esses não suprem as qualidades físicas e biológicas fornecidas pelos biofertilizantes (GASPAR, 2003).

Neste contexto, verifica-se a necessidade de maiores informações a respeito da reciclagem dos recursos naturais no setor produtivo para que haja equilíbrio entre produção mais rentável e preservação ambiental com o uso de alternativas tecnológicas consideradas promissoras ao aproveitamento de recursos renováveis.

Pois com a escassez de recursos naturais minerais e a crescente procura de produtos mais saudáveis e produzidos sem a adição de fertilizantes químicos, o adubo orgânico (biofertilizante) torna-se uma alternativa promissora e conciliadora, para dois grandes problemas sociais: a produção de alimentos e a poluição ambiental.

Assim, com o crescimento da suinocultura no Brasil, Centro - Oeste e Mato Grosso do Sul, também poderá crescer a produção de biofertilizante, com a adoção de biodigestores em propriedades suínícolas, significando desta forma agregação de nutrientes (NPK), incorporados ao solo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de produção de suínos tiveram uma grande e rápida evolução, porém ainda há muitos desafios a enfrentar nesta atividade, principalmente referentes à produção, alçada em menores custos a preservação ambiental. Assim, torna-se fundamental a constante inovação tecnológica e profissional dessa atividade, principalmente no que se refere ao tratamento dos dejetos e sua forma de aproveitamento na propriedade.

Nessa perspectiva, o uso dos biodigestores pode ser uma alternativa capaz de proporcionar meios de adicionalidade econômica e sustentável para essa atividade, transformando esses resíduos em energia ecológica e o biofertilizante usado como adubo orgânico para produção agrícola (milho, soja, bem como pastagem). A utilização desses recursos renováveis diminui a exploração e utilização dos recursos fósseis.

No entanto, para a implantação e operacionalização desses biodigestores no Brasil, verificou-se a necessidade de adequações conforme a localidade, ciclo de criação e a quantidade de dejetos gerados na atividade suinícola. Porém apesar da sua representatividade, percebe-se que a sua implantação ainda não é amplamente difundida pelo país, se comparada a outros países desenvolvidos.

Isso ocorre em grande parte, devido às incertezas do mercado em relação à alta e baixa dos preços da comercialização dos produtos, o que resulta em muitos suinocultores, por falta de informação, não se sentirem estimulados a adquirir tecnologias que requerem significativo valor de investimento, movidos principalmente pela instabilidade dos custos de produção.

Apesar da consolidação do setor como sendo o quarto maior produtor e exportador do mundo, tecnologias alternativas que possibilitem a reciclagem dos resíduos, assim como os biodigestores, ainda encontram resistência por parte de suinocultores, muitas vezes, por falta de conhecimento e disponibilidade de recursos financeiros.

Neste sentido, tecnologias que primam pelo desenvolvimento socioeconômico do país merecem ser compreendidas como um diferencial em prol do agronegócio, principalmente levando em consideração o fator competitividade cada vez mais sólido em todas as cadeias de produção.

Enfim, ainda há um longo caminho a ser percorrido para que o setor produtivo de suínos possa alcançar a plena utilização dos biodigestores para o tratamento de dejetos e aproveitamento de forma completa de todos os seus recursos, bem como inúmeras barreiras e dificuldades a serem transpostas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. *Brasil, oferta e demanda de carne suína 2002 a 2011*. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mercado-interno.html>>. Acesso em: 11 dez. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. *Produção brasileira de carne suína 2004 a 2011*. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mercado-interno.html>>. Acesso em: 10 dez. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. *Os principais destinos da carne suína brasileira jan/set 2014*. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-externo/destinos/dados-anuais/SETEMBRO_14_PRINCIPAIS_DESTINOS.pdf>. Acesso em: jun. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNO – ABCS. *Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos*. 1 ed. Brasília, 2011.
- BARICHELO, R. et al. 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, Belo Horizonte. *Anais...*, out. 2011.
- BARREIRA, Paulo. *Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para zona rural*. São Paulo: Ícone, 2011.
- BUDIARTO, R. et al. Sustainability challenge for small scale renewable energy use in Yogyakarta. In: The 3^a INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE FUTURE FOR HUMAN SECURITY – SUSTAIN, 2012. *Procedia environmental sciences*, p. 513-518, 2013.
- CERVI, R. G. *Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbica: estudo de caso em unidade biointegrada*. 2009. 57 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia /Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 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*, Jaboticabal, v.30, n.5, p. 831-844, set/out. 2010.
- COLDEBELLA, A. *Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais*. Dissertação. 2006. 73 f. (Mestrado em Engenharia Agrícola / Engenharia de Sistemas Agroindustriais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.

COUTO, L. et al. Vias de Valorização Energética de Biomassa. *Biomassa & Energia*. Viçosa, MG, v.1, n.1, p.71 - 92, 2004.

DEGANUTTI, et al. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. In: 4^o ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2002, Campinas (SP). *Anais eletrônicos...*, 2002. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100031&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 13 Jul. 2014.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. *Boletim Informativo de Pesquisa e Extensão do Rio Grande do Sul (BIPERS)*, ano 10, n. 14, p. 6-31, ago.2002.

ESPERANCINI, M. S. T. et al. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p.110-118, jan/abr. 2007.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO DO SUL – FAMASUL. *Informativo casa rural pecuária de Mato Grosso do Sul – 2014.pdf*. Disponível em: < <http://famasul.com.br/public/area-produtor/3271-informativo-pecuaria-abril-de-2014-2-semana.pdf>>. Acesso em: dez. 2014.

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: 47^o CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 2009, Porto Alegre. *Anais...*, p. 1-19, jul. 2009.

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. 106 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Estratégia Organizacional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

HERNANDES, J. F. M.; SCHMIDT, V.; MACHADO, J. A. D. Impacto ambiental da suinocultura em granjas de porte médio a excepcional no vale do taquari – RS. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 4, n.3, p. 18-31, set/out. 2010.

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. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, p. 38 - 44. 2006.

KONZEN, E. A. Uso de dejetos de suínos como fertilizante situação e resultados. In: WORKSHOP SOBRE DEJETOS SUÍNOS. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, p. 60-61, 1997. (Documento 57).

KUNZ, A. Experiência da Embrapa com biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos . In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE BIODIGESTORES PARA TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS E USO DE BIOGÁS. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, p. 7 - 11. 2006.

- KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set/dez. 2005.
- KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMENTZ, R. L. R. Advanced swine manure treatment and utilization in brazil. *Bioresource Technology*, p. 5485- 5489, jan. 2009.
- LIMA, H. Q. *Sustentabilidade energética e ambiental do sitio ecológico Falkoski*. Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável. Novo Hamburgo, jan. 2008.
- LUZ, A. DA. *O mundo em 2050 e os desafios e oportunidades no agronegócio brasileiro*. Sistema FARSUL, 2014. 59p.
- MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. A. V. E. Análise econômica de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 31, n.3, p. 477- 486, maio/jun. 2011.
- MASCARENHAS, A. et al. Projeção do valor bruto da produção (VBP) do setor de carne para 2012 em Mato Grosso do Sul. *Fundação da agricultura e pecuária do MS (FAMASUL)*, Campo Grande, nov. 2012. 10 p. (Artigo técnico, n. 7).
- MIELE, M. et al. *Cenários futuros da infraestrutura de transporte e seus impactos na competitividade das exportações d carne suína e nas suas emissões de gases de efeito estufa*. Concórdia: EMBRAPA- CNPSA, p. 1-16, nov. 2012. (Comunicado técnico 505).
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. 2011. *Brasil projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022*. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfTnAAF/projecoes-agronegocio-brasil-2011-20012-a-2021-2022-sintese-2?part=2>>. Acesso em: dez. 2014.
- MIRANDA, C. R. *Avaliação de estratégias para a sustentabilidade da suinocultura*. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- NOGUEIRA, C. E. C.; ZÜRN, H. H. Modelo de dimensionamento otimizado para sistemas energéticos renováveis em ambientes rurais. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 25, n. 2, p. 341-348, maio/ago. 2005.
- OLIVEIRA, A. V.; HIGARASHI, M. M. Geração e utilização de biogás em unidades de produção. *Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente Da Suinocultura em Santa Catarina*. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 2006. 42 p. (Documento, 115).
- OWAMAH, H. I. et al. Fertilizer and sanitary quality of digestate biofertilizer from the co-digestion of food waste and human excreta. *Journal Waste management*, [S. I.], v. 34, n. 4, p. 747-752, abr. 2014.
- PALHARES, J. C. P. Legislação ambiental e produção de suínos: as experiências internacionais. *Fepam em Revista*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 19-27, jan/jul. 2009.

PECORA, V. *Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP: estudo de caso*. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado em Energia)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PEREIRA, G. Viabilidade econômica da instalação de um biodigestor em propriedades rurais. *Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU*, v. 6, n. 12, p. 1-13, jan/jun. 2011.

PERUZZATO, M. *Avaliação de Desempenho de Granjas Suínícolas pelo Emprego de Indicadores de Sustentabilidade*. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2009.

ROSSI, D. M; PFÜLLER, E. E. Contextualização e análise da suinocultura na cadeia do agronegócio suinícola de Sananduva – RS. *Revista de Administração e Ciências Contábeis do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – IDEAU*, [S. I.], v. 3, n.7, p. 1-16, fev/jul. 2008.

SANTANA, L. E.; CINTRA, L. M. F. A biodigestão como solução para a destinação dos resíduos do setor pecuarista. *Revista da Ciência da Administração*, v. 6, p. 1-16, ago/dez 2012.

SGANZERLA, E. *Biodigestor: uma solução*. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

SILVA, J. A. F. et al. Sustentabilidade econômica e ambiental: Estudo em uma propriedade rural do Sulmatogrossense. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, [S. I.]. Grupo Eumed.net y, v. 5, n. 15, out. 2012. 23 p.

WEN-CONG, LU.; YONG-XI, MA.; BERGMANN, H. Technological options to ameliorate waste treatment of intensive production in china: An analysis based on bio-economic model. *Journal of integrative agriculture*, [S.I], v. 13, n. 2, p. 443-454, fev. 2014.

WINROCK. *Manual de treinamento em biodigestão*. WINROCK/UNEB/EBDA. Fev. 2008. 23p.

ZANELLA, M. G. *Ambiente institucional e políticas públicas para o biogás proveniente da suinocultura*. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado) Centro de Engenharia e Ciências Exatas - Programa de pós-graduação “*stricto sensu*” em Bioenergia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012.

ARTIGO 2

Sustentabilidade econômica do biogás para geração de energia elétrica e benefícios do biofertilizante em propriedades suinícolas

RESUMO

A crescente demanda por energias renováveis e a substituição de adubos químicos por adubos orgânicos (biofertilizante), aplicados em diferentes tipos de cultivos, tem despertado interesse de suinocultores, por alternativas tecnológicas, que busquem aliar o tratamento de dejetos suínos aos ganhos econômicos. Assim, objetiva-se com este artigo demonstrar as características atuais do uso dos biodigestores como uma alternativa tecnológica ao tratamento de dejetos em propriedades na região da Grande Dourados – MS e desta forma, analisar a viabilidade econômica com a produção de do biogás para geração de energia elétrica e os benefícios econômicos com o uso do biofertilizante. As propriedades pesquisadas estão vinculadas à Associação de suinocultores de Itaporã (ASSUITA) da região da Grande Dourados – MS. Além da coleta de dados *in loco*, considerou-se na pesquisa informações dos setores público e privado no que tange à política ambiental e informações técnicas. Os resultados apontaram que o investimento inicial para implantação do motor gerador foi estimado em R\$ 92.545,00, os custos anuais estimados foram de R\$ 6.475,35 com a manutenção, R\$ 8.969,50 com a depreciação e R\$ 2.500,97 com os juros, os benefícios resultaram em R\$ 9.295,30. Os dados indicam que o investimento para o aproveitamento do biogás, na geração de energia elétrica é inviável. No entanto, simulando o consumo de energia em 28 KWh/dia, em média, resultaria no valor presente líquido (VPL) de R\$ 30.434,76 e taxa interna de retorno (TIR) de R\$ 12%, o investimento é viável. A análise econômica estimada, do biofertilizante, nas propriedades pesquisadas, foi considerada satisfatória.

Palavras-Chave: Sustentabilidade econômica. Suinocultura. Energia renovável. Biofertilizante.

ABSTRACT

The growing demand for renewable energy and replacement of chemical fertilizers by organic manure (bio-fertilizer) applied in different types of crops, has aroused interest from pig farmers related to technological alternatives that seek to combine treatment pig manure to economic gains. Thus, the aim is with this article show the current characteristics of the use of biodigesters as a technological alternative to waste treatment on properties in the Dourados Region - MS and thus analyze the economic feasibility with the production of biogas to generate electricity and economic benefits with the use of biofertilizers. The properties studied are linked to pig farmers Itaporã Association (ASSUITA) in Dourados Region - MS. In addition to data collection *in loco*, we took into consideration the research of public and private information regarding the environmental policy and technical information for this industry sector. The results showed that the initial investment for engine generator to implement was estimated at R\$ 92.545,00, he estimated annual costs were R\$ 6.475,35 with maintenance, R\$ 8.969,50 to the depreciation and R\$ 2.500,97 with interest, the benefits resulted in R\$ 9.295,30. The data indicate that the investment for the use of biogas in electricity generation is not feasible. However, simulating the energy consumption by 28 kWh / day on average, result in net present value (NPV) of R\$ 30.434,76 and internal rate of return (IRR) of R\$ 12%, the investment is feasible. The estimated economic analysis, biofertilizers, in the surveyed properties, was considered satisfactory.

Key words: Economic sustainability. Pig farming. Renewable energy. Bio-fertilizers.

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução agropecuária do país, verificou-se crescimento significativo com impactos positivos na produção, na renda e geração de divisas, provocando mudanças estruturais do setor agropecuário, principalmente com a intensificação do consumo de energia e a necessidade de preservação ambiental (GASPAR, 2003).

No caso da expansão da suinocultura, a preocupação maior é quanto ao manejo dos dejetos que, se realizado inadequadamente, podem causar diversos tipos de problemas ambientais, a exemplo da proliferação de moscas, roedores, poluição de rios, do solo e ar, neste último, a preocupação é quanto à emissão de gases efeito estufa para a atmosfera (BARBOSA; LANGER, 2011).

O uso da tecnologia de biodigestão anaeróbica configura-se como uma alternativa de tratamento de dejetos que pode proporcionar aos suinocultores benefícios ambientais e econômicos, com a redução de gases efeito estufa e destino apropriado de seus subprodutos (biogás e biofertilizante) nas propriedades (BARBOSA; LANGER, 2011).

Fontes alternativas de energia renovável em substituição às fósseis, que demandam tecnologia de fácil instalação e mão de obra especializada, são soluções principalmente para produtores rurais, interpretadas como a renda que se deixa de transferir para a concessionária de energia elétrica (COLDEBELLA, 2006).

Desta forma, tornam-se relevantes estudos que priorizem a reciclagem de resíduos com a adoção de tecnologias capazes de suprir a demanda por produção mais sustentável e que seja aliada aos ganhos econômicos. Nesse contexto, para essa pesquisa, norteia-se a seguinte questão: É viável economicamente para as propriedades suinícolas da região da Grande Dourados – MS, o aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica e do biofertilizante como adubo orgânico, em lavouras?

O objetivo principal deste artigo é analisar a viabilidade econômica da utilização do biogás para geração de energia elétrica sem considerar a comercialização de energia e a disponibilidade do biofertilizante do ponto de vista econômico, conforme as necessidades do aproveitamento dos subprodutos (biogás e biofertilizante) nas propriedades pesquisadas.

Com o propósito de atingir o objetivo principal do trabalho, foram pesquisadas seis propriedades rurais, vinculadas à Associação de Suinocultores de Itaporã – MS (ASSUITA) localizadas em Dourados, Itaporã e Glória de Dourados, que pertencem à região da Grande Dourados – MS.

Para a análise dos dados, consideraram-se as informações e dados coletados a partir do Roteiro Tipo A (APÊNDICE 1), em propriedades com tradição na produção de suínos localizadas na região da Grande Dourados - MS, informações tipo B (APÊNDICE 2), coletadas junto a técnicos responsáveis pela implantação de biodigestores e consultoria ambiental e tipo C (APÊNDICE 3), informações junto a gestores do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos renováveis (IBAMA), Instituto do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL) e Instituto de Meio Ambiente (IMAN).

Nesse cenário resgatar a importância teórica e empírica acerca da funcionalidade dos biodigestores no tratamento de dejetos e o aproveitamento dos subprodutos (biogás e biofertilizante) como forma de acréscimo econômico para os suinocultores nas propriedades suínicas pesquisadas, pode vir a fortalecer a expectativa de uma produção economicamente sustentável e desta forma o trabalho pode contribuir para a formulação de estratégias que visam a melhor forma de adequação das propriedades com os recursos que os biodigestores dispõem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

Na região da Grande Dourados, MS, das 48 propriedades suínícolas, apenas treze, vinculadas à Associação de Suinocultores de Itaporã – MS (ASSUITA) possuem biodigestores em funcionamento. Destas propriedades foram pesquisadas seis, que estão delimitadas geograficamente em três municípios da região conforme demonstra Figura 1.

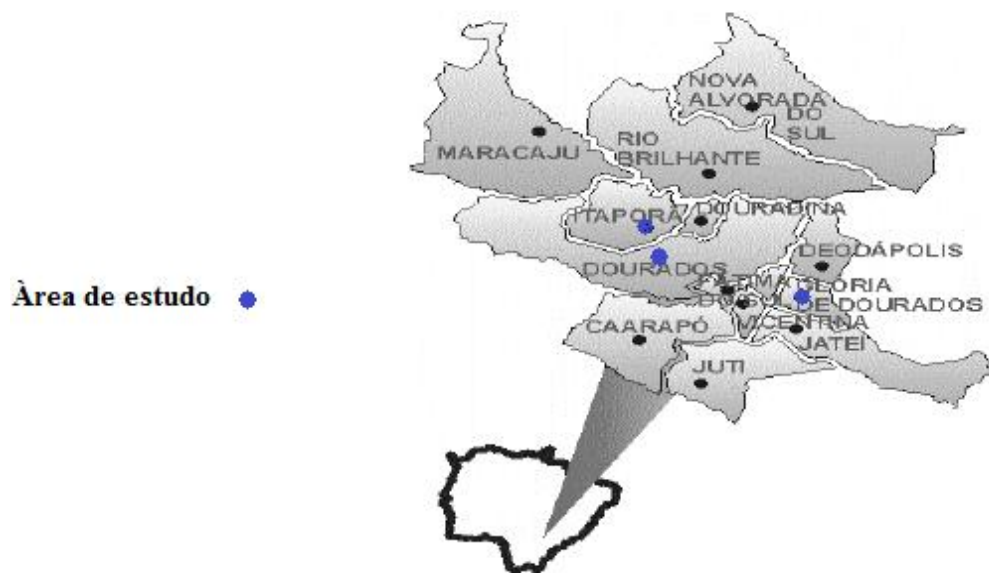


Figura 1- Área de estudo.

Fonte: Adaptado do PRD da Grande Dourados – MS (2001).

Dos setenta municípios que compõem o Estado de Mato Grosso do Sul, treze fazem parte da região da Grande Dourados- MS, os quais são: Dourados, Maracaju, Rio Brilhante, Itaporã, Douradina, Fátima do Sul, Jateí, Caarapó, Vicentina, Nova Alvorada do Sul, Deodápolis, Juti e Glória de Dourados (PRD, 2001).

Ao longo do tempo, a região da Grande Dourados – MS vem alcançando crescimento econômico, baseado na exploração dos cultivos (soja, milho e trigo) e na exploração da pecuária. Quanto ao índice de desenvolvimento social desta região, indicam o processo de desenvolvimento vivenciado pelos municípios (PRD, 2001).

Desta forma, num período de trinta anos, a economia regional mostrou-se bastante solidificada transformando-se em uma das mais fortes do país, porém, ao mesmo tempo que gerava emprego e renda, também provocava fortes danos ao meio ambiente, degradando uma parcela significativa de terras e rios (PRD, 2001).

Assim, a escolha da área de estudo deveu-se à importância ambiental, grau de homogeneidade dos setores produtivos via de acesso à comunicação, infraestrutura, entre outros, cuja exploração é definida por lei e controlada por instituições ambientais e oficiais.

A escolha das propriedades associadas à ASSUITA se deu pela importância e representatividade que essa associação tem para o setor suinícola na região da Grande Dourados – MS. No entanto, dos treze associados que possuem biodigestores, apenas seis aceitaram contribuir com a pesquisa.

2.2 Propriedades pesquisadas

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram coletados dados e informações referentes à tecnologia de biodigestão anaeróbica existente em propriedades rurais suinícola vinculadas à Associação de Suinocultores de Itaporã - MS (ASSUITA). Ao todo, são aproximadamente 48 suinocultores associados e, destes, 13 produtores possuem biodigestores em funcionamento. Nesse universo, foram pesquisadas seis propriedades suinícolas.

Em função da solicitação de anonimato da maioria dos suinocultores participantes da pesquisa, optou-se por utilizar as denominações, “propriedades A, B, C, D, E e F”.

Devido à dificuldade na obtenção de alguns dados técnicos e financeiros referentes à aquisição, operacionalização e manutenção do sistema e por considerar, principalmente, que o modelo de biodigestores e o sistema produtivo são os mesmos adotados para a região em estudo, a análise econômica, da produção de biogás para geração de energia elétrica foi estimada com base em dados empíricos e secundários.

Não foram analisados os aspectos econômicos da utilização do biogás para geração de energia elétrica da propriedade A, pois a mesma já havia implantado o motor gerador e o mesmo encontrava-se danificado no momento da coleta de dados. No entanto, alguns dados técnicos e econômicos, da propriedade serviram de parâmetro para mensurar o investimento inicial do gerador de energia elétrica.

Para melhor entendimento da importância e das técnicas envolvidas na implantação, operacionalização e manutenção do motor gerador, além dos suinocultores, foi necessário

buscar informações junto aos órgãos públicos e privados, consideradas relevantes para a consecução dos objetivos propostos.

2.3 Elaboração de instrumento de pesquisa

Nesta etapa foram elaborados três roteiros de entrevistas: APÊNDICE A (entrevistas com suinocultores), APÊNDICE B (entrevistas com técnicos de empresas privadas, ligados direta e indiretamente à implantação de biodigestores e atividade suinícola) e APÊNDICE C (entrevistas com gestores do IBAMA, IMASUL e IMAM, responsáveis pelo cumprimento e fiscalização das normas da legislação ambiental). Os roteiros de entrevistas foram semiestruturados, com questões abertas e fechadas permitindo melhor detalhamento da obtenção dos dados considerados relevantes para a análise qualitativa e quantitativa da pesquisa.

O roteiro de entrevista foi baseado em dois princípios: a busca por evidências provenientes de duas ou mais fontes (conceitos e dados secundários) e a busca por um encadeamento de evidências para fazer ligações entre as questões de pesquisa, os dados coletados e as considerações finais (YIN, 2001).

Antes da formulação final do roteiro de entrevistas foi realizado um pré-teste, com um dos suinocultores do município de Itaporã –MS, cujo objetivo foi ajustar o instrumento de coleta.

2.4 Análise da viabilidade econômica

Para a análise econômica, foram realizados os cálculos dos custos e benefícios da produção do biogás para geração de energia elétrica, considerando a aquisição do motor gerador a ser implantado.

A estimativa da viabilidade econômica do aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica foi analisada para as propriedades (B, C, D, E, F), uma vez que a propriedade A já possuía o motor gerador de energia, mesmo que danificado temporariamente, quando da ocasião da coleta de dados.

No entanto, o parâmetro de mensuração dos recursos foi baseado na única propriedade que já disponibiliza desse sistema, considerando também a coleta de dados empíricos e secundários.

Foi realizada uma única análise de viabilidade econômica utilizada como parâmetro para as demais propriedades pesquisadas, considerando que todas possuem o mesmo ciclo produtivo, o mesmo modelo de biodigestores e principalmente a mesma média de consumo energético, diferenciando-as apenas pela quantidade de suínos alojados.

A produção de biogás foi estimada, para as propriedades pesquisadas separadamente, como forma de detalhar a disponibilidade do subproduto para geração de energia elétrica renovável para cada uma delas. Também foi feita uma simulação de viabilidade econômica, considerando cinco diferentes consumos de energia elétrica nas propriedades suinícolas.

O VPL foi mensurado considerando apenas as necessidades de consumo interno das propriedades, ou seja, sem fins de comercialização. Neste caso, os benefícios foram determinados apenas pela tarifa de energia elétrica energética que o suinocultor deixa de pagar a concessionária da região, baseados na coleta de dados empíricos e secundários.

Os métodos de análise econômica utilizada nesse artigo foram adaptados de Cervi (2009) e estruturados conforme dados da pesquisa, divididos em três etapas a seguir:

1ª ETAPA – Análise de benefícios: Foram determinados mediante os benefícios obtidos com a geração de energia elétrica. Os cálculos foram realizados considerando os coeficientes técnicos referentes à produção estimada de biogás como segue:

a) Produção de biogás.

O cálculo para estimar a produção diária de biogás, pela quantidade de suínos alojados na UCT, é de 0,799, dado pela produção específica de biogás de 0,45 (m³ kg/SV) (SANTOS, 2000). Para o cálculo anual foram considerados 365 dias de disponibilidade anual do sistema. Desta forma para estimar o consumo anual de biogás foi utilizado a equação a seguir:

$$PAB = PDB \times T \quad (1)$$

Onde:

PAB – Produção anual de biogás (m³/ano).

PDB – Produção diária de biogás (m³/dia)

T- Disponibilidade anual da planta (dias/ano)

b) Consumo do biogás pelo conjunto motor gerador.

O consumo específico de biogás, produzido na propriedade é a relação entre o volume de biogás m³/h consumido pelo grupo gerador e a energia elétrica gerada pelo mesmo (CERVI, 2009).

O consumo específico de biogás pelo grupo gerador estacionário foi estimado em 20 m³/h, conforme detalhado pela empresa Biomassa de Consultoria Ambiental de Dourados - MS e fornecida pelo fabricante do motor gerador.

Admitindo o fator de potência 0,92 normalizado pela Aneel, considerou-se que o motor gerador a ser adquirido pelas propriedades em estudo irá ser utilizado em média por um período contínuo de 15 horas/ dia – das 7:00 as 22: horas, com exceção dos domingos (período de descanso dos funcionários) . Assim, foi estimado um período de 26 dias por mês e 312 dias de operação por ano, que resultou em 4.680 horas de operação. Para estimar o consumo anual de biogás foi utilizada a equação de Cervi (2009) a seguir:

$$CAB = CEB \times T \quad (2)$$

Onde:

CAB – Consumo anual de biogás (m³/ano)

CEB – Consumo específico de biogás pelo motor gerador (m³/hora)

T – Disponibilidade anual da planta (horas/ano).

c) Geração de energia elétrica

$$BGEE = (EEc \ T) \ TEE \quad (3)$$

Onde:

EEc – energia elétrica consumida (kw/h).

T – Disponibilidade anual da planta (horas/ano).

TEE- Tarifa de energia elétrica (R\$ KW/hora).

Os benefícios com geração de energia elétrica, a partir da produção de biogás, foram interpretados levando em consideração a renda não transferida para a concessionária de energia elétrica local (ENERSUL), considerando a média de consumo KW/mês das seis propriedades pesquisadas.

As tarifas foram classificadas de acordo com o subgrupo B2- rural, conforme o horário fora de ponta, estabelecido pela concessionária de energia elétrica responsável, pela Região da Grande Dourados – MS, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Preço do KW/h estabelecido pela concessionária de energia elétrica.

Tarifas	TU- Distribuição	TE- Energia	Total
Horário de ponta (17 as 20 hs), horário de verão (18 as 21 hs) e fora de ponta (7:00 as 22:00 hs).	R\$ 0,08578	R\$ 0,10763	R\$ 0,19341

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da Empresa de Energia Elétrica de Mato Grosso do Sul – ENERSUL (2014).

Foi considerado a análise do Pis+Cofins = 5% e ICMS = 17% para o cálculo da tarifa com tributos.

2ª ETAPA – Análise de custos: Foi determinado pelo investimento inicial do projeto, custos anual do sistema (depreciação dos equipamentos, juros sobre o capital investido, manutenção e operação do sistema) a partir das equações abaixo:

a) Investimento inicial

O investimento inicial foi classificado como o gasto necessário para a implantação das instalações e aquisição (materiais e equipamentos) do grupo gerador de energia elétrica.

$$II = CM + MO \quad (4)$$

Onde:

II – Investimento inicial

CM – Custos com materiais e equipamentos (R\$)

MO – Custos com mão de obra (R\$)

b) custo anual do sistema

1) Depreciação

Foi utilizado o método de depreciação linear descrito (NOGUEIRA, 2001)

Ainda para o cálculo da depreciação dos materiais usados para a construção do abrigo gerador foi considerado um período de 20 anos de vida útil (NOGUEIRA; ZÜRN, 2005).

Foi considerado um período de 10 anos de vida para as instalações conforme a resolução normativa nº. 240, de 5 de dezembro de 2006 da ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2006).

$$D = \frac{C_i - C_f}{V_u} \quad (5)$$

Onde

D- Depreciação anual (R\$/ano).

Ci- Custos de materiais depreciables (R\$).

Cf- Valor final do ativo (R\$).

Vu- Vida útil(anos).

2) juros

O juro sobre o capital investido foi de 5,5% a.a, considerado pela taxa de investimento cobrada aos produtores rurais, pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O custo de oportunidade do capital pode ser realizado conforme o método descrito por (NOGUEIRA, 2001).

$$V_k = \frac{V_i + V_f}{2} r \quad (6)$$

Onde:

Vk- Custo oportunidade do capital (R\$/ano).

Vi- Valor total do investimento (R\$).

r- Taxa de juros anuais(%/ano).

3) Manutenção e operação

O custo anual de manutenção do conjunto motor gerador foi calculado considerando os intervalos de manutenção de cada componente. Foi estimado 4.680 horas anuais o período de utilização do conjunto gerador (15 horas x 312 dia/ano), calculado da seguinte forma:

$$G_{MGG} = \left(\frac{T}{I_M} \right) A_T \quad (7)$$

Onde:

GmGG – Gastos com a manutenção do grupo gerador (R\$/ano).

T – tempo de operação (horas/ano).

IM – Intervalo de manutenção dos componentes (horas/unidade)

AT- assistência técnica (R\$/unidade).

4) Cálculo da mão de obra

$$GMO = TO \times GS \quad (8)$$

Onde:

GMO- Gastos com mão de obra para operação do sistema (R\$/ano).

TO- Tempo de operação exigido (horas/ano).

GS- Gastos com salário (R\$/hora).

5) Gastos com manutenção e operação por ano

$$GTMO = GMGG + GMO \quad (9)$$

Onde:

GTMO- Gastos totais com manutenção e operação (R\$/ano).

GMGG- Gastos com a manutenção do grupo gerador (R\$/ano).

GMO- Gastos com mão de obra para operação do sistema (R\$/ano).

3ª ETAPA – Análise da viabilidade econômica: Após o levantamento dos custos e dos benefícios do sistema será calculado o fluxo diferencial líquido e por meio dos indicadores econômicos (VPL e TIR) será realizada a viabilidade econômica do biogás para geração de energia elétrica (CERVI, 2009).

O Valor Presente Líquido (VPL) é um indicador que permite avaliar, a viabilidade econômica de um determinado projeto, durante o período de vida útil do mesmo (NOGUEIRA, 2001).

1) Valor Presente Líquido (VPL)

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} \quad (10)$$

Onde:

Bi- Benefício do projeto, em unidades monetárias no ano i;

Ci- Custo do projeto, em unidades monetárias no ano i;

r- Taxa de desconto, em anos;

n- período de vida útil do investimento, em anos.

2) Método da taxa interna de retorno (TIR).

Esse método requer o cálculo da taxa que zera o VPL (CERVI; ESPERANCINI; BUENO, 2010). O cálculo será determinado pela equação a seguir:

$$\sum_{i=0}^n \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = 0 \quad (11)$$

Onde:

Bi- Benefício do projeto, em unidades monetárias, no ano i;

Ci- Custo do projeto, em unidades monetárias, no ano i;

r- Taxa interna de retorno, %;

i- Contador de tempo, em anos;

n- período de vida útil do investimento, em anos.

2.5 Análise econômica estimada do aproveitamento do biofertilizante

Nessa etapa foi feita uma análise econômica da produção estimada disponível de Nitrogênio (ureia) do biofertilizante, aproveitados em lavouras das propriedades pesquisadas e uma simulação da comercialização do NPK (nitrogênio, fósforo e potássio). Foram analisados os benefícios econômicos anuais com a utilização do biofertilizante como adubo orgânico disponível por hectare, em cultivos das propriedades pesquisadas, considerando o aproveitamento do nitrogênio (ureia).

Os benefícios econômicos da utilização do biofertilizante foram estimados a partir do consumo médio de Nitrogênio (ureia) por ha/ano, nas áreas cultivadas das propriedades pesquisadas frente ao preço pago pelo adubo químico no mercado. Também foi feita uma simulação econômica com a comercialização estimada do NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio).

No entanto, esses benefícios não foram acrescentados para a análise da viabilidade econômica do aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica, pois a produção de biofertilizante e o aproveitamento do mesmo depende apenas, de biodigestores e esses foram cedidos pelas empresas (AgCert e Brascarbon) ou seja não houve investimento inicial para implantação dos biodigestores nas propriedades pesquisadas.

a) Produção de biofertilizante

Para suínos em fase de crescimento e terminação, com peso entre 25 a 100 kg são produzidos cerca de 7 litros/dia de dejetos líquidos, em média (OLIVEIRA, 1993). Desta maneira, pode-se estimar a produção de dejetos m³/dia pelo total de suínos das propriedades A, B, C, D, E, F. A produção anual de biofertilizante foi determinada pela equação a seguir:

$$\text{Equação: } PB = PDB \times T \quad (1)$$

Onde:

PB – Produção de biofertilizante (m³.ano¹).

PDB – Produção diária de biofertilizante (m³.dia¹).

T – Disponibilidade anual da planta (dias.ano¹)

b) Benefício econômico do biofertilizante

A avaliação dos benefícios do biofertilizante foi mensurada conforme a economia gerada quando o produtor deixa de comprar uma fonte sintética de nitrogênio “ureia” e utiliza o biofertilizante. Também foi simulada a comercialização do biofertilizante conforme a concentração de NPK.

Segundo Konzen (2003), a concentração de NPK depende dos resíduos sólidos presentes no biofertilizante. Para a suinocultura podem variar de 1,7% a 3,0% , conforme apresentado no Quadro 1.

Elementos Sólidos	Kg/m ³ ou kg/t de dejetos						
	0,27%	0,72%	1,63%	2,09%	2,54%	3,46%	4,37%
Nitrogênio	0,98	1,29	1,91	2,21	2,52	3,13	3,75
P2O2	0,52	0,83	1,45	1,75	2,06	2,68	3,29
K2O	0,75	0,88	1,13	1,25	1,38	1,63	1,88
NPK	2,25	3,00	4,49	5,21	5,96	7,44	8,92

Quadro 1 – Concentração média de NPK, presentes em dejetos de suínos, de acordo com os resíduos sólidos.

Fonte: Miranda et al. (1999), citados por KONZEN (2003).

Conforme dados do Quadro 1, a concentração de elementos sólidos presentes no biofertilizante, por exemplo, o nitrogênio (ureia) apresenta 2,54%, podendo apresentar uma concentração aproximada de 2,52 de nitrogênio. Para o total de concentração de NPK, a concentração pode ser de, aproximadamente 5,96.

O limite de incorporação de nitrogênio (N) é de 160 kg N/ha/ano (DARTORA; PERDOMO; TUMELERO, 1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de responder aos objetivos geral e específicos apresentados na parte introdutória, analisaram-se os dados coletados por meio de entrevistas realizadas com suinocultores das propriedades pesquisadas da Região da Grande Dourados - MS, técnicos de empresas privadas e gestores dos órgãos (federal, estadual e municipal) responsáveis pelo cumprimento e fiscalização das normas de legislação ambiental, da Região pesquisada.

Nesta seção, são analisados e descritos, a atual funcionalidade dos biodigestores, a viabilidade econômica do aproveitamento do biogás e os benefícios econômicos da disponibilidade do biofertilizante, nas propriedades pesquisadas.

3.1 Política ambiental

O incentivo para implantação dos biodigestores nas propriedades pesquisadas da região da Grande Dourados – MS, segundo os seis suinocultores entrevistados, partiu do interesse das empresas privadas (Brascarbon e AgeCert), cuja motivação era a comercialização de créditos de carbono junto a países europeus. Segundo técnico da empresa Biomassa e Consultoria Ambiental, a instalação desses biodigestores pelas empresas credenciadas tinha o aval da Organização das Nações Unidas (ONU) e eram implantados gratuitamente.

A empresa AgCert iniciou o processo de implantação na região da Grande Dourados – MS, nos períodos de 2005 a 2006, já a Brascarbon iniciou nos períodos de 2008 a 2010. Na Figura 2 é possível visualizar a percentagem de atuação que cada empresa teve no processo de implantação do sistema nas propriedades pesquisadas.

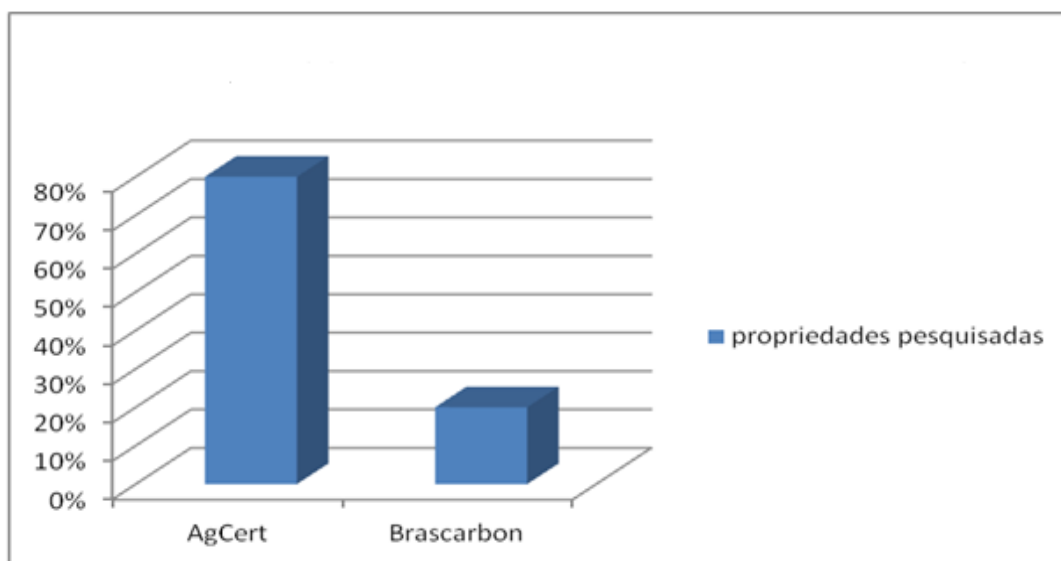


Figura 2 - Empresas responsáveis pela implantação dos biodigestores na região da Grande Dourados – MS nos períodos de 2005 a 2010.

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Conforme demonstrado na Figura 2, a empresa AgCert foi responsável pela implantação dos biodigestores em 80% das propriedades pesquisadas, restando os outros 20% para a empresa Brascarbon.

Segundo suinocultores entrevistados e contemplados pela implantação dos biodigestores na região pesquisada, a produção de biogás não poderia ser aproveitada para gerar energia elétrica devido à comercialização de créditos de carbono para países europeus. Este acordo foi firmado mediante contrato entre as partes.

Neste contexto, dos 100% da comercialização dos créditos de carbono, 10% ficariam com suinocultores e 90% eram retidos pela empresa responsável pela implantação do projeto. Quanto ao biofertilizante, ficou estabelecido que os suinocultores poderiam utilizar na propriedade ou mesmo comercializar o excedente.

Com problemas financeiros devido à queda de preço com a comercialização de créditos de carbono, as empresas responsáveis pela implantação dos biodigestores deixaram de dar assistência técnica aos suinocultores, liberando logo em seguida o uso do biogás para geração de energia renovável.

No entanto, segundo cinco suinocultores entrevistados, o biogás produzido, não é aproveitado para a geração de energia elétrica, ele é queimado. Segundo os mesmos entrevistados, à falta de recursos financeiros, o baixo consumo de energia elétrica nas

propriedades suinícolas, à falta de informações técnicas e incentivo público na região pesquisada, os suinocultores não investiram na compra dos motores geradores de energia.

Dos suinocultores entrevistados, 100% declararam não receber incentivo do governo, em prol da implantação, operacionalização e manutenção dos biodigestores. Os gestores entrevistados dos órgãos públicos (IBAMA, IMASUL e IBAMA) desconhecem a existência de banco de dados ambientais referentes à tecnologia de biodigestão anaeróbica na região da Grande Dourados – MS.

Para os entrevistados (suinocultores e gestores do IMAM), os biodigestores são considerados completos no quesito sustentabilidade ambiental, devido ao manejo correto dos dejetos, pois evitam a emissão de gases efeito estufa para a atmosfera e produzem biofertilizante, que podem ser aproveitados como adubo orgânico nos cultivos das propriedades.

Já para os gestores entrevistados do IMASUL, esses biodigestores não são considerados completos, pelo fato de não ser aproveitado todos os recursos renováveis do sistema, no setor produtivo, principalmente no que se refere ao aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica. O gestor entrevistado do IBAMA não quis manifestar sua opinião por considerar que esse assunto faz parte das funções do IMASUL.

Os funcionários da Seara alimentos, do grupo JBS de Dourados - MS, não quiseram conceder entrevista, acerca do assunto, no entanto, suinocultores entrevistados e integrados a essa agroindústria disseram que a empresa incentiva a implantação de biodigestores nas propriedades, mas só verbalmente, pois não existe nada formalizado em contrato. Ainda segundo entrevistados, o incentivo financeiro formalizado entre a agroindústria e suinocultores está relacionado, a conversão alimentar, ou seja, acréscimo no preço pago por suíno ao suinocultor, caso haja redução de consumo da ração, esses ganhos econômicos não têm relação com os métodos de tratamento de dejetos adotados pela classe.

3.2 Processo de concessão das licenças ambientais para suinocultura

3.2.1 Planejamento e acompanhamento

Segundo gestores de fiscalização e licenciamento ambiental, os relatórios ambientais são realizados em 100% das propriedades pesquisadas. Esses relatórios subsidiam a

implantação de qualquer tecnologia nas granjas de suínos, que passam por um rigoroso processo de planejamento antes da concessão das licenças ambientais.

Segundo Gestores do IBAMA, IMASUL e IMAM, não existem leis ambientais específicas nem para a tecnologia de biodigestão anaeróbica nem para criação de suínos, elas são adaptadas.

Ainda segundo os gestores supracitados, as exigências dos órgãos para concessão das licenças ambientais para o funcionamento de qualquer empreendimento devem obedecer as normas da Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO) e Renovação da Licença de Operação (RLO).

No entanto, todos os gestores entrevistados reconheceram a importância e a eficiência dos biodigestores para o tratamento de dejetos, embora ainda não diferenciem essa tecnologia dos demais métodos em relação ao processo de concessão das licenças (LP, LI, LO e RLO), pois o que realmente interessa é a disposição correta dos efluentes, a fim de evitar a contaminação dos lençóis freáticos.

Os suinocultores entrevistados demonstraram insatisfação em relação ao processo de licenciamento concedido pelos gestores responsáveis, alegando que as taxas são onerosas e o processo de concessão é lento, afirmaram segundo os mesmos, cumprir rigorosamente todos os critérios para o licenciamento da atividade.

Segundo gestores do IMASUL e IMAM, alguns suinocultores não cumprem com as exigências e prazos de licenciamento, geralmente por falha técnica.

Gestores do IBAMA, afirmaram que os produtores descumprem apenas algumas condicionantes, mas a maioria cumpre as exigências ambientais. Ainda segundo gestores do IBAMA, no caso de descumprimento das condicionantes das licenças ambientais pelos suinocultores são aplicadas as seguintes sanções: notificação, advertência e multas.

Neste contexto, segundo os entrevistados, os suinocultores se desmotivam em relação à implantação de biodigestores, pois alegam a falta de incentivo dos gestores ambientais em relação ao uso desta tecnologia.

Segundo gestores do IMASUL e IMAM, os custos médios de cada licença dependem de cada caso, por exemplo, a distância das propriedades, porte da atividade, aspectos financeiros etc. O período de licenças praticado na região estudada é de três meses ou mais dependendo da situação de pendência do suinocultor.

Os gestores também declararam que cada caso é um caso no processo de licenciamento e que os métodos utilizados para o tratamento de resíduos não desoneram os suinocultores, caso existam irregularidades no manejo dos resíduos. Segundo gestores do

IMASUL e IMAM, os referidos órgãos possuem uma diversificada equipe multidisciplinar atuando na análise do projeto e fiscalização ambiental.

Questionados sobre a relevância da tecnologia de biodigestão anaeróbica para o tratamento de dejetos suínos, gestores do IMAM reconheceram que a mesma é excelente, no que diz respeito à parte ambiental e promissora sob os aspectos econômicos, desde que operada corretamente.

Gestores (técnicos) IMASUL, quando entrevistados, reconheceram que os biodigestores podem ser uma tecnologia completa sob os aspectos ambientais e econômicos desde que corretamente operada e que todos os recursos dessa tecnologia sejam aproveitados, principalmente o biogás para geração de energia elétrica.

4 Análise econômica da utilização do biogás e biofertilizante

4.1 Sistema produtivo

Conforme dados levantados *in loco*, as propriedades suinícolas pesquisadas são todas integradas a uma agroindústria de Dourados – MS, que se compromete com os integrados a fornecer suínos destinados a diferentes ciclos de produção (CC, UPL, UCT), ração e medicamentos.

Para o tratamento dos dejetos das propriedades pesquisadas, segundo suinocultores entrevistados, são utilizados os biodigestores modelo canadense (lagoa coberta), do tipo contínuo, também conhecido como fluxo tubular, adaptados conforme a localização e clima da região. No entanto, os fatores que os diferenciam é quanto ao números de suínos, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização das propriedades suinícolas na região da Grande Dourados-MS.

Propriedades	Localização	Ciclo Produtivo	Número de suínos
A	Itaporã – MS	UCT	6.800
B	Itaporã – MS	UCT	2.900
C	Itaporã – MS	UCT	3.600
D	Dourados – MS	UCT	4.240
E	Glória de Dourados- MS	UCT	3.600
F	Itaporã MS	UCT	4.200

Fonte: Dados da pesquisa *in loco* (2014).

Conforme Tabela 2, as propriedades estão localizadas em municípios distintos da região pesquisada, no entanto, contam com o mesmo sistema produtivo e o mesmo manejo para o tratamento de dejetos, o que as diferencia é a quantidade de suínos alojados nas granjas.

Conforme dados levantados a campo, os suínos que estão alojados para engorda passam por diversas fases de crescimento até a terminação. Os suínos que estão no crechário, pesam na fase inicial 5kg, na final de 20 a 25 kg e para a fase de terminação, eles pesam na fase inicial de 20 a 25 kg e na final pesam em média 100 a 130 kg.

Segundo suinocultores participantes na pesquisa, o tempo médio de permanência dos suínos na granja é de 120 dias. O manejo nas granjas é do tipo lamina d'água (sistema utilizado para a limpeza dos dejetos nos galpões que alojam suínos).

Segundo técnico da Biomassa Consultoria Ambiental de Dourados – MS, a temperatura em °C e o volume de biomassa nos biodigestores conforme a produção dejetos pela quantidade de suínos alojados são fatores que contribuem para definição do tamanho do biodigestor e geração de subprodutos. Ainda segundo o entrevistado, o tempo de retenção hidráulica (TRH) dos biodigestores da região da Grande Dourados- MS, oscilam entre 30 a 35 dias.

Neste sentido, Konzen (2006) afirma que a construção dos biodigestores para o tratamento de dejetos obedece algumas etapas e critérios. Por exemplo, no sudeste e centro-oeste, o biodigestor foi construído com base no tempo de retenção hidráulica (32 dias) e nas quantidades de dejetos produzidos por ciclo de produção.

Desta maneira, Oliveira (2005) reforça esses conceitos de que diferentes alimentações do biodigestor são consideradas sólidos voláteis (SV), variando de 10 a 75 kg/m³, usados em diferentes TRHs (22 a 30 dias) e temperaturas da biomassa no interior do biodigestor de 20 a 35°C. As afirmações desses autores corroboram com os resultados encontrados na pesquisa quanto ao tempo de retenção hidráulica e temperatura de biomassa.

Na pesquisa, os dados mostraram que a TRH dos biodigestores implantados nas propriedades pesquisadas, variam entre 22 a 30 dias e a temperatura dos mesmos é de 20 a 35°C.

4.2 Aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica

Considerando a fase de terminação de suínos e o biogás disponível calculado para cada propriedade em estudo, no mesmo modelo de biodigestores, com o mesmo tempo de

retenção hidráulica (TRH) variando de 30 a 35 dias, optou-se pela estimativa de investimento no mesmo modelo de motor gerador de energia elétrica.

Desta maneira, conforme Coldebella (2006), a viabilidade ambiental da atividade, aliada aos ganhos econômicos oriundos da utilização do biogás como matriz energética na propriedade e a redução na aquisição de insumos químicos para as atividades agrícolas, em decorrência da utilização do biofertilizante são apontadas como os principais benefícios dessa tecnologia.

Corroborando com a afirmação de Coldebella (2006), o responsável técnico pela Empresa Biomassa Consultoria Ambiental, localizada no município de Dourados – MS, quando entrevistado, relatou que os suinocultores vêm obtendo, uma visão empresarial em relação à implantação de biodigestores já que, para eles, o investimento nessa tecnologia com recursos próprios, além da preservação ambiental, pode lhes proporcionar também ganhos econômicos, com o uso do biogás para geração de energia e uso do biofertilizante.

4.3 Custos e benefícios do aproveitamento do biogás

Dos entrevistados, apenas um aproveita o biogás para gerar energia elétrica; os demais não aproveitam o biogás por considerarem o investimento oneroso em relação aos seus ganhos econômicos e principalmente por considerarem inviáveis em relação ao baixo consumo de energia elétrica em suas propriedades. Apesar dessa realidade, alguns dos entrevistados sinalizaram interesse na obtenção do equipamento e já haviam apurado o orçamento para um futuro investimento.

O cálculo da viabilidade econômica foi estimado com base na literatura e dados empíricos informados pelos suinocultores entrevistados com a finalidade de esclarecer, através dos dados quantitativos, a viabilidade da aquisição do motor gerador de eletricidade com o aproveitamento de biogás, nas propriedades pesquisadas.

A produção de biogás com o tratamento de dejetos suínos para geração de energia é determinada pela manutenção e operação dos biodigestores, bem como manejo dos resíduos (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Santos (2000), cada suíno em fase de terminação produz 0,799 m³ diários de biogás.

Assim, a produção de biogás m³/dia e ano, para as propriedades da região estudada foram respectivamente: P (B) = 2.317,1 m³/dia e 845.741,5 m³/ano; P (C) = 2.876,4 m³/dia e

1.049.886 m³/ano; P (D) = 3.387,76 m³/dia e 1.236.532,4 m³/ano; P (E) = 2.876,4 m³/dia e 1.049.886 m³/ano e P (F) = 3.355,8 e 1.224.867 m³/ano.

No entanto, um dos suinocultores pesquisados contradiz esses resultados, pois segundo ele, o valor médio de biogás produzido é de aproximadamente 600 m³/dia a 800 m³/dia, somando 219.000 m³/ano a 292.000 m³/ano de biogás produzidos. Segundo o mesmo entrevistado, a produção do biogás é realizada em 2 biodigestores, modelos canadenses, cujo tamanho é de aproximadamente 48 metros de comprimento por 12 de largura e 2 metros e ½ de profundidade, instalados em sua propriedade que conta com 2.900 suínos em fase de terminação.

Desta forma, a produção de biogás vai depender da região analisada e principalmente do ciclo produtivo de cada propriedade. Assim, o modelo dos biodigestores devem ser adequados, conforme a necessidades de criação de suínos de cada propriedade.

O método para estimar a quantidade de biogás retirado dos dados de Santos (2000) foi considerado quase três vezes maior do que a quantidade informada pelo suinocultor pesquisado. No entanto, foi mantida a metodologia do autor usada na pesquisa, à mesma também foi utilizada pelos autores Coldebella (2006) e Cervi (2009) para mensurar a produção de biogás através de dejetos suínos.

Foi estimado que a produção de biogás foi utilizada diretamente no sistema de conversão de energia elétrica por 15 horas/ dia num período de 4.680 horas de operação por ano - essa foi a quantidade média mensurada para todas as propriedades pesquisadas.

4.4 Consumo de biogás pelo conjunto motor gerador

O responsável técnico da empresa Biomassa Consultoria Ambiental de Dourados, MS, quando entrevistado, estimou que o consumo específico de biogás pelo grupo gerador em propriedades do porte das analisadas na pesquisa varia entre 18 a 20 m³/h, relação entre o volume do biogás consumido pelo grupo gerador e a energia elétrica gerada pelo mesmo.

Já o estimado por Cervi (2009), foi de 22 m³/h, que segundo o autor é uma relação fornecida pelo fabricante do motor gerador, entre o volume de biogás consumido e a energia elétrica gerada pelo motor.

O consumo de biogás estimado resultou em 93.600 m³/ano, considerando a estimativa de 20 m³/h de consumo específico de biogás pelo motor gerador de energia elétrica para as propriedades pesquisadas.

Assim, o consumo de biogás para as propriedades da região estudada seria de aproximadamente: $P(B) = 11,07\%$; $P(C) = 8,91\%$; $P(D) = 7,57\%$; $P(E) = 8,91\%$ e $P(F) = 7,64\%$ do volume de biogás estimado produzido pela planta pela planta. O biogás excedente das propriedades estudadas será queimado, como de fato já acontece na propriedade A, segundo suinocultor entrevistado.

O resultado encontrado por Cervi (2009) foi condizente aos dados da pesquisa, pois segundo o autor, o consumo específico de biogás, pelo conjunto motor gerador de energia elétrica, representou aproximadamente 10,74% do volume de biogás produzido pelo sistema e o excedente foi queimado, corroborando com os dados da pesquisa.

4.5 Geração de energia elétrica

Segundo dados da empresa fornecedora de energia elétrica Cooperativa Cergrand de Dourados – MS, o consumo médio de energia da propriedade A é de aproximadamente, 4.500 KWh/mês, e, conforme o proprietário da propriedade B, o menor consumo médio da mesma é em torno de 2.500 KWh/mês, já o consumo das demais propriedades, segundo entrevistado da Empresa Biomassa, não ultrapassa a média de 7.500 KWh/mês.

Por meio dessas informações foi possível chegar a uma média de 5.000 KWh/mês e de 8,012 de energia elétrica diária consumida, considerando a média estimada de 2.500 KWh/mês a 7.500 KWh/mês nas propriedades estudadas.

A estimativa encontrada foi generalizada para todas as áreas pesquisadas, pelo fato de as mesmas não ultrapassarem a média de 7.500 KWh/mês de consumo de energia elétrica, em suas propriedades.

4.6 Benefício com a produção de energia elétrica

O benefício com a produção de energia elétrica gerada no conjunto motor gerador analisado foi estimado em função da tarifa paga pelo produtor, considerando o consumo médio de energia elétrica em função do número de horas de operação do grupo gerador.

Desta forma, foi considerada a tarifa cobrada no horário fora de ponta, considerando o período de 312 dias e tarifa de $0,19341 + (\text{Pis} + \text{Confins} + \text{ICMS}) = 0,2479$ o preço da tarifa com tributos. Assim o benefício estimado para as propriedades pesquisadas foi uma receita média de R\$ 9.295,30/ano, considerando o consumo médio diário de 8,012 KW/h, durante 15 horas/dia, com um total de 4.680 horas/ano.

Esta análise é considerada compatível com os cálculos de Cervi (2009), levando em consideração o mesmo modelo de biodigestores e fase de terminação, porém diferenciada, se considerarmos o número de suínos e localidade da região.

4.7 Receitas e despesas do sistema

Os resultados da pesquisa mostraram que os biodigestores foram cedidos por empresas privadas interessadas na comercialização de crédito de carbono. Neste caso os biodigestores não foram considerados como parte do investimento inicial.

Em relação a mensuração dos dados para calcular o investimento no motor gerador, os cálculos foram baseados em alguns dados fornecidos pelo proprietário da propriedade A.

Para o cálculo do investimento inicial da implantação do projeto, também foi feita uma pesquisa junto às empresas fornecedoras e dados fornecidos pelos entrevistados (suinocultores e técnico da Biomassa Consultoria Ambiental). A Tabela 3 abaixo demonstra o investimento inicial total para a implantação do projeto, levando em consideração as características de produção e consumo de biogás nas propriedades pesquisadas e principalmente a adequação do sistema necessário para geração de energia elétrica que considerou apenas as necessidades de consumo interno das propriedades, portanto, sem fins de comercialização.

4.8 Investimento inicial

O investimento inicial, descritos na Tabela 3, diz respeito apenas ao gasto necessário para a implantação e aquisição dos materiais e equipamentos para o motor gerador de energia elétrica, uma vez que, os biodigestores das propriedades pesquisadas, já haviam sido implantados gratuitamente, para fins de comercialização de crédito de carbono, pelas empresas Agcert e Brascarbon.

Tabela 3 – Investimento inicial do sistema (gerador de energia).

Investimento inicial	R\$
Construção do abrigo do grupo gerador	2.500,00
Motor gerador de 50 KVA	72.358,00
Sistema de filtragem para H ₂ S – até 1500 ppm, com compressor radial de 3 CV	14.837,00
Mão de obra para implantação	1.600,00
Tubulações e conexões	1.250,00
TOTAL	92.545,00

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da Pesquisa (2014).

Conforme dados da Tabela 3, para o investimento inicial foi feito um levantamento de custos, para a instalação do grupo gerador de energia elétrica, junto a empresas fornecedoras, considerando os custos mais significativos, assim como a construção do abrigo do grupo gerador, o sistema de filtragem para purificação do biogás.

Para o cálculo da mão de obra para implantação do grupo gerador foi estimado 10 diárias de R\$ 40,00 (eletricista); 20 diárias de R\$ 45,00 (pedreiro) e 20 diárias de R\$ 15,00 para o assistente.

Conforme custos mensurados por Cervi, Esperancini e Bueno (2010), foram investidos R\$ 36.260,4 na implantação do sistema gerador de energia elétrica. Os custos de investimento do projeto mensurados por Barichello et al. (2012), foram de R\$ 51.120,00.

O valor do investimento resultado dessa pesquisa foi de R\$ 92.545,00, valor este diferenciado pelo dimensionamento do sistema analisado conforme a necessidade de cada propriedade.

Neste sentido considera-se, o consumo de biogás, a potência do motor gerador, consumo de energia (kw/h) e custos de implantação (mão de obra despendida) como a diferença estimativa de custos orçamentários para implantação do projeto entre as propriedades amostradas da região pesquisada e a encontrada pelos autores (CERVI; ESPERANCINI; BUENO, 2010).

4.9 Custo anual do sistema

Para o cálculo total dos custos anuais, foram considerados a depreciação, manutenção, operação e juros sobre o capital fixo apresentados nas Tabelas 4, 5, 6 e 7.

Para o cálculo da depreciação dos materiais utilizados na implantação do sistema foi considerado um período de 10 anos de vida útil e para construção do abrigo do conjunto gerador foi considerado um período de 20 anos de vida útil conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Custos de depreciação dos bens depreciables.

Custos de Depreciação	Valor inicial (R\$)	Valor final	Vida útil (anos)	Depreciação (R\$/ano)
Abrigo do conjunto motor gerador	2.500,00	-	20	125,00
Conjunto motor gerador	87.195,00	-	10	8.719,50
Tubulação e conexões	1.250,00	-	10	125,00
Total				8.969,50

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa (2014).

Conforme dados da Tabela 4, o cálculo dos custos de depreciação, foram considerados conforme o tempo de vida útil correspondente aos bens depreciables, assim, foi considerado 20 anos de vida útil, para materiais de alvenaria usados, na construção do abrigo do conjunto motor gerador e para os acessórios usados, para a instalação do motor gerador, foram considerados 10 anos de vida útil.

O resultado da depreciação foi condizente ao tempo de vida útil do sistema a ser implantado nas propriedades pesquisadas, no entanto, os valores mensurados podem ser diferentes se embasados no aporte teórico de Dias et al. (2013) e Cervi, Esperancini e Bueno (2010), corroborando com os dados da pesquisa.

O valor mensurado por Cervi (2009) foi de R\$ 4.390,40 e o estimado na pesquisa foi de R\$ 8.969,5. A depreciação mensurada na pesquisa foi maior do que a do autor citado, considerando o investimento financeiro do sistema, adotado pelo autor e o estimado para a implantação nas propriedades amostradas.

Em relação aos cálculos dos juros sobre o capital investido, esses se encontram descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Juros sobre o capital investido (r = 5,5% a.a).

Capital Investido	Valor inicial (R\$)	Valor final (R\$)	Taxa de juros (%/ano)	Juros (R\$/ano)
Abrigo do conjunto motor gerador	2.500,00	-	5,5	68,75
Conjunto motor gerador	87.195,00	-	5,5	2.397,85
Tubulação e conexão	1.250,00	-	5,5	34,37
Total				2.500,97

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa (2014).

Os juros de 5,5% a.a foram considerados pela taxa de financiamento de equipamentos rurais estabelecida para produtores rurais pelo BNDES. Para Cervi (2009), foram considerados os juros de 5,64% a.a, em função do rendimento anual da caderneta de poupança.

No entanto, segundo suinocultores entrevistados, os juros sobre o capital investido em motores geradores vão depender da negociação entre os mesmos e o banco que, for financiar o projeto.

Assim, o valor total de juros sobre o capital investido encontrado na pesquisa foi de R\$ 2.500,97 – valor superior ao encontrado por Cervi (2009) – porém são valores considerados normais, já que o sistema adotado é semelhante, tanto pelo autor citado, quanto para os dados determinados na pesquisa.

Para o cálculo da Manutenção preventiva do grupo gerador, foram considerados os dados de periodicidade (horas) fornecidos pela empresa ER-BR - Energias renováveis conforme ilustrado no Quadro 2.



		Periodicidade (horas)									
Descrição	Quant.	250	400	800	1600	2400	4800	8000	17000	25000	
Velas de ignição	6										
Óleo lubrificante	18										
Filtro de óleo	1										
Troca cabo de vela	6										
Inspeção em Mangueiras	1										
Ajuste de folga de válvulas	1										
Inspeção Ventilador	1										
Inspeção anticorrosivo	1										
Inspeção eletrólito de bateria	1										
Inspeção mecânicas	1										
Elemento de filtro de ar	1										
Elemento de filtro de ar secundário	1										
Troca de mangueiras	1										
Troca de fluido de Radiador	3										
Avaliação turbina	1										
Inspeção casquilhos de virabrequim e bielas	1										
Inspeção de camisas	1										
Inspeção de pistões e anéis	1										
Troca de bomba d'água	1										
Troca de bomba de óleo	1										
Fazer cabeçote completo	6										
Remanufatura Turbo	1										
Troca do Kit	6										

Quadro 2 – Periodicidade de horas trabalhas, dispendida para manutenção do motor gerador.

Fonte: Dados fornecidos pela empresa ER-BR – Energias Renováveis (2014).

A periodicidade apresentada no Quadro 2 considera o intervalo de manutenção dos componentes do motor gerador de eletricidade, conforme a necessidade de reparos a serem feitos, por exemplo, a troca de óleo; lubrificante; inspeções etc.

Desta forma, encontram-se descritos na Tabela 6 os valores mensurados para cada componente do sistema, conforme a necessidade de reparos:

Tabela 6 – Manutenção preventiva do grupo gerador.

Componentes	Intervalo (horas)	Custo de operação e manutenção (R\$)	Custo anual de operação e manutenção (R\$)
Óleo lubrificante	Troca de óleo a cada 250 horas	80,00	1.497,60
Filtro de óleo	Troca de filtro de óleo a cada 250 horas	52,00	973,44
Inspeção anticorrosivo	Inspeção a cada 1.600 horas	15,00	43,87
Inspeção de pistões e anéis	Inspeção a cada 4.800 horas	150,00	146,25

.....continuação

Filtro de ar	Troca do filtro de ar a cada 4.800 horas	15,00	14,62
Alternador	Troca das velas de ignição a cada 250 horas	200,00	3.744,00
Radiador	Troca do fluido do radiador a cada 4.800 horas	57,00	55,57
Total			6.475,35

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Esse valor total de R\$ 6.475,35, encontrado na pesquisa é superior ao encontrado por Cervi (2009) que foi de R\$ 5.112,20. Esses valores são considerados principalmente pela semelhança do modelo de sistema adotado para ambos os casos. O resultado encontrado não foge aos padrões determinados na literatura, pois é considerado normal levando em consideração o intervalo preventivo de horas gastas para manter a operacionalização do sistema.

Os custos totais foram mensurados após os cálculos efetuados para cada operação do sistema encontram-se descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Custos totais para operação do sistema

Itens de custo	R\$/ano
Depreciação	8.969,50
Juros	2.500,97
Manutenção	6.475,35
Mão de obra para operação do sistema	724,52
Total	18.670,34

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

O total dos custos mensurados é de R\$ 18.670,34. Esse valor é considerado alto, levando em conta o consumo de energia das propriedades pesquisadas e o tempo de operação do sistema.

O custo da mão de obra para manter o grupo gerador de energia elétrica segundo suinocultor entrevistado que possui motor gerador é considerado muito baixo, pois para a ignição, desligamento do motor e cuidados necessários para a durabilidade do sistema (limpeza e zelo), geralmente é realizado pelo próprio funcionário da propriedade, que também é responsável por outras atividades na mesma.

Assim, para o cálculo da mão de obra, foi estimado 236 h/ano, o tempo de operação em função do salário e 3,07 h/ano os gastos com o salário, resultando em 724,52 os gastos com mão de obra para operação e manutenção do sistema.

De acordo com Coldebella (2006), quanto maior for o tempo de operação do sistema, menor será o custo de produção da energia elétrica.

Para Martins e Oliveira (2011), quando é necessário investir no biodigestor e no conjunto motor gerador, o projeto só será viável economicamente se gerar energia num período de 10h/dia e as propriedades analisadas possuírem um plantel de suínos de aproximadamente 4.167. Para este nível de geração, o custo total/ano analisado pelo autor foi de R\$ 24.908,00.

Os resultados encontrados pelo autor condizem com a realidade das propriedades pesquisadas, no entanto, não corroboram com a ideia de serem viáveis economicamente, considerando o número de aproximadamente (2.000 a 6.000) suínos alojados nas propriedades da região da Grande Dourados – MS.

4.10 Análise econômica

Os benefícios totais foram estimados em R\$ 9.295,30/ano e os custos totais foram de R\$ 18.670,34/ano. Os resultados encontrados indicam que os benefícios com a utilização do biogás para geração de energia elétrica são insuficientes para a cobertura de custos anuais. O fluxo de caixa do projeto foi estimado considerando um período de 10 anos de vida útil, correspondente com a um motor gerador de energia elétrica. A taxa de juros descontada sobre o capital investido foi de 5,5% a.a, conforme estabelecido pelo BNDES.

Desta forma, com um investimento de R\$ 92.545,00, benefícios anuais de R\$ 9.295,30 e custos anuais de R\$ 16.169,37,⁵ obteve-se o fluxo de caixa negativo de R\$ - 6.874,07 do 1º ao 10º ano. Neste caso o projeto torna-se inviável.

Os indicadores de viabilidade econômica apresentaram resultados economicamente inviáveis, demonstrando que não houve demanda suficiente de energia elétrica, frente à oferta de energia do grupo gerador, para as propriedades (B, C, D, E e F) analisadas.

⁵ Os fluxos de caixa já são descontados por uma taxa de desconto, considerada como o custo de oportunidade do capital (5,5% a.a), neste caso não foi incluído, os juros sobre o capital, no item custos anuais. No caso da depreciação embora ela não seja uma saída de caixa, optou-se por incluí-la, pois segundo Cervi (2009), muitos autores defendem que ela afeta os fluxos de caixa pelo impacto sobre os impostos pagos.

O resultado encontrado não é muito diferente, aos encontrados na China, pois um dos problemas da utilização do biogás para geração de energia elétrica, na maioria das propriedades de médio e pequeno porte desse país, é justamente o custo da implantação do sistema, levando em consideração principalmente a não comercialização do excedente de energia elétrica, inviabilizando neste caso, a utilização dessa energia apenas para o consumo na propriedade (WEN-CONG; YONG-XI; BERGMANN, 2014).

Suinocultores entrevistados já haviam afirmado a inviabilidade do consumo do biogás para geração de energia elétrica em propriedades com baixo consumo energético.

Segundo suinocultores entrevistados, poderia ser viável, caso houvesse comercialização de excedente energético para a concessionária local, ou um aumento significativo do consumo energético nas propriedades pesquisadas.

Neste contexto, levando em consideração o aumento da demanda de energia elétrica em propriedades suinícolas, foi feita uma simulação do consumo médio de energia para a utilização de 15 horas/dia, conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Simulação do consumo de energia elétrica para utilização de 15 horas/dia.

Consumo médio de energia (KWh)	Tempo de operação (h/dia)	Benefício (R\$/ano)	Custo ⁶ (R\$/ano)	VPL(R\$)	TIR (%)
16	15	18.562,75	16.169,37	(74.504,60)	-
28	15	32.484,82	16.169,37	30.434,76	12%
32	15	37.125,50	16.169,37	65.414,47	18%
37	15	42.926,36	16.169,37	109.139,18	26%
39	15	44.086,53	16.169,37	117.884,11	28%

Fonte: elaborado pela autora com dados estimados da pesquisa (2014).

4.11. Análise econômica dos benefícios da utilização do biofertilizante

O biofertilizante atende apenas às necessidades de consumo da propriedade e o excedente é doado à área vizinha mais próxima. No entanto, 99% dos entrevistados estão satisfeitos com o uso do biofertilizante em seus cultivos e também reconhecem a melhora significativa do solo.

⁶ Neste custo, não está incluído os juros sobre capital.

A disposição final do efluente tratado é através da fertirrigação, com objetivo de promover o manejo dos dejetos, observando a relação entre a carga aplicada e a capacidade de absorção de nutrientes do cultivar, assim, favorecendo a dosagem certa de disposição de efluentes, pois, do contrário, o excesso também pode prejudicar o solo.

A prática de fertirrigação adotada em uma das propriedades é realizada por meio de aspersão que, segundo técnico da Biomassa Consultoria Ambiental, é fortemente recomendada para os cultivos de pastagem e cana de açúcar. Nessa propriedade, os equipamentos utilizados são: 114 aspersores; bomba KSB central de bloco 10 cv; tubulações com engate rápido de 0,75 mm e tubulações com engate rápido de 0,85 mm.

Porém segundo técnico da Biomassa Consultoria Ambiental esse equipamento, pode ser ainda mais compensador se o produtor suinícola fizer uso do biogás para gerar energia elétrica. Porém, segundo ele, o investimento no motor gerador só será viável para um consumo energético acima de 10.000 kw/mês, valor normalmente encontrado em propriedades que trabalham com ciclo UPL (Unidade Produtora de Leitões).

No entanto, quanto aos benefícios do uso do biofertilizante, todos os participantes da pesquisa disseram ser possível e real a compensação econômica do produtor suinícola com o uso do biofertilizante em cultivos agrícolas não importando, neste caso, qual o ciclo produtivo adotado na suinocultura. Um dos exemplos é a substituição em parte do adubo químico pelo orgânico nas produções da soja e milho ou totalmente em pastagens, dentre outros cultivos.

Nesta perspectiva, o cálculo da produção de dejetos torna-se relevante para mensurar a quantidade de biofertilizante disponível e para a adubação do solo, conforme as necessidades de cada propriedade. Assim, conforme dados de Oliveira (1993) foi possível estimar os resultados da produção de dejetos por m³/dia, nas propriedades pesquisadas, conforme descrito no Quadro 3.

Propriedades	Quantidade de suínos	Biofertilizante L/dia	Biofertilizante m ³ /dia	Biofertilizante m ³ /anual
A	6.800	47.600	47,60	17.374
B	2.900	20.300	20,30	7.409,5
C	3.600	25.200	25,20	9.198
D	4.240	29.680	29,68	10.833,2
E	3.600	25.200	25,20	9.198
F	4.200	29.400	29,40	10.731

Quadro 3 – Produção de biofertilizante por m³/dia e anual, por número de suínos.

Fonte: Elaborada pela autora, conforme dados da pesquisa (2014).

De acordo com o Quadro 3, a produção de biofertilizante das propriedades (A, B, C, D, E e F), varia conforme a quantidade de suínos, porém a quantidade produzida influencia economicamente, conforme a necessidade de consumo de adubo orgânico em lavouras, ou seja, quanto maior a área produtiva, maior será a demanda pelo biofertilizante.

Desta forma a propriedade A, com 6.800 suínos e com uma produção de biofertilizante de 17.374 m³/ano, pode ter um retorno econômico vantajoso se a mesma usar, o produto (biofertilizante) dentro do limite da necessidade de adubação em sua lavoura, do contrário se a necessidade de adubação for maior que a produção, a mesma terá que compensar a falta de adubo orgânico, com o acréscimo de adubação química.

Os suinocultores pesquisados aproveitam a produção de biofertilizantes como adubo orgânico em seus cultivos agrícolas. Os excedentes que não são comercializados são doados, para as propriedades mais próximas. O aproveitamento do biofertilizante nas propriedades pesquisadas da região da Grande Dourados – MS, estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9- Total de área cultivada/há para cultivos agrícolas

Propriedades	Total da área Em (ha)	Total da área cultivada/há	Cultivo agrícola
A	150	110	Soja e milho
B	112	72	Soja e milho
C	16.8	11,6	Pastagem
D	165	130	Soja e milho
E	16.33	12	Eucaliptos
F	30	18	Soja e milho

Fonte: Dados da pesquisa *in loco* (2014).

A Tabela 9 mostra o total de hectares nas propriedades pesquisadas e quantos são usados para o cultivo agrícola de cada uma delas. Nestas propriedades, a atividade principal é a suinocultura, esta, através do tratamento de dejetos em biodigestores, possibilita a produção de biofertilizante usado como adubo orgânico para os cultivos descritos no trabalho.

De acordo com o Quadro 2, a concentração média de NPK pode apresentar 2,54% de resíduos sólidos presentes no biofertilizante e uma quantidade de 2,52 Kg/m³ ou Kg/t de dejetos para a suinocultura, significando a disponibilidade de kg/N/ano por propriedade.

Segundo Coldebella (2006), a fonte de nitrogênio normalmente usada na agricultura é a ureia. Conforme pesquisa no mercado, o menor valor encontrado de N (ureia), foi de R\$ 1.190,00 por tonelada.

Conforme recomendação de Dartora, Perdomo e Tumelero (1998), foi encontrada a disponibilidade de nitrogênio para as propriedades pesquisadas descritas na Tabela 10.

Tabela 10 – Produção e disponibilidade de nitrogênio por hectare.

Propriedades suícolas	Produção de biofertilizante (m ³ /ano)	Disponibilidade de (kg/N/ano)	Disponibilidade de (N/ha/ano)
A	17.374	43.782	274
B	7.409,5	18.672	117
C	9.198	23.179	145
D	10.833,2	27.300	171
E	9.198	23.179	145
F	10.731	27.042	169

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Conforme Tabela 10, a disponibilidade de nitrogênio (ureia)/ha para fertilizar as áreas das propriedades A, B, C, D, E e F são respectivamente: A (274 ha/ano), B (117 ha/ano), C (145 ha/ano) ; D (171 ha/ano), E (145 ha/ano) e para a propriedade F (169 ha/ano).

No entanto, foi considerado como benefício econômico apenas o aproveitamento do biofertilizante conforme o total de ha/ano, por área cultivada nas propriedades pesquisadas. Logo, estimou-se uma economia de aproximadamente:

- Propriedade A: R\$ 20.916,29/ano, para 110 ha (soja/milho)
- Propriedade B: R\$ 13.673,65/ano, para 72 ha (soja/milho);
- Propriedade C: R\$ 2.206,64/ano, para 11,6 ha (pastagem);
- Propriedade D: R\$ 24.697,72/ano, para 130 ha (soja/milho);
- Propriedade E: R\$ 2.282,73/ano, para 12 ha (eucalipto);
- Propriedade F: R\$ 3.427,45/ano, para 18 ha (soja/milho).

Os resultados apresentados são referentes à disponibilidade do nitrogênio (ureia) por hectare cultivado, nas propriedades pesquisas, desta forma, foi feito a análise do benefício econômico de cada propriedade, quando deixa de comprar o adubo químico (ureia).

Coldebella (2006) estimou uma economia de R\$ 5.400,00 para 6.000 kg/N/ano e R\$ 70.200,00/ano para 78 ton/N/ano, considerando R\$ 900,00/ton.

No entanto se considerarmos a comercialização de NPK (Adubo orgânico), produzidos nas propriedades pesquisadas, os suinocultores poderiam ter um acréscimo econômico proporcional à quantidade disponível de biofertilizante, produzidos no biodigestor.

Desta forma, foi estimado conforme a Tabela 11, a comercialização de biofertilizante (Kg/NPK/ano) disponível nas propriedades suinícolas pesquisadas, conforme preço estimado de R\$ 12,43, de adubo orgânico (NPK), praticado no mercado.

Tabela11 – Simulação da comercialização do biofertilizante (NPK) no mercado interno

Propriedades	Produção de biofertilizante (m³/ano)	Disponibilidade de (Kg/NPK/ano)	Ganhos econômicos (R\$/ano)
A	17.374	103.549,04	1.287.114,57
B	7.409,5	44.160,62	548.916,51
C	9.198	54.820,08	681.413,59
D	10.833,2	64.565,87	802.553,76
E	9.198	54.820,08	681.413,59
F	10.731	63.956,76	794.982,53

Fonte: elaborada pela autora(2014).

Na Tabela 11 foi estimada, a comercialização da produção integral de biofertilizante produzido nas propriedades pesquisadas.

Assim, por exemplo, caso o biofertilizante produzido na propriedade B fosse comercializado, o suinocultor teria um acréscimo em sua economia de R\$ 548.916,41/ano, na propriedade F o acréscimo seria de R\$ 794.982,53/ano. No entanto a comercialização do biofertilizante no mercado, ainda não é realidade nas propriedades pesquisadas.

A utilização do biofertilizante, além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, também reduz significativamente a dependência de adubos químicos em lavouras, oferecendo uma economia significativa para os produtores rurais (FONSECA; ARAÚJO; HENDGES, 2009). A afirmação desses autores reforça os benefícios encontrados nesta pesquisa.

Experimentos realizados em São Gabriel do Oeste, no Mato Grosso do Sul, com a aplicação de biofertilizante em lavoura (milho) e pastagem, apresentaram excelentes resultados de produtividade (SILVA et al., 2012). Este resultado corrobora com o encontrado nas propriedades pesquisadas.

5 CONCLUSÕES

Considerando o tempo da implantação dos biodigestores no país e a relevância dos mesmos como uma alternativa tecnológica para o tratamento dos dejetos capaz de aliar as necessidades da preservação ambiental aos ganhos econômicos dos suinocultores pesquisados é que tornam-se compreensíveis as perspectivas dos suinocultores quanto à solidificação e difusão do sistema na região da Grande Dourados – MS.

No entanto, a realidade ainda está bem aquém da desejada pelos suinocultores, uma vez que a falta de conhecimento técnico do sistema e principalmente a falta de incentivo do governo, pelo menos no que se refere a região estudada, são fatores que levam a categoria ao desestímulo do aproveitamento de todos os recursos advindos da tecnologia de biodigestão anaeróbica.

Neste contexto, as propriedades analisadas que já possuem os biodigestores, o aproveitamento do biofertilizante poderia ser melhor se equacionado com a venda dos excedentes produzidos.

Neste mesmo aspecto, a inviabilidade do aproveitamento do biogás para gerar energia elétrica poderia ser diferente caso o excedente fosse comercializado. Porém essa é uma alternativa que depende não só dos suinocultores, mas principalmente do interesse da concessionária local em comercializar o produto.

No caso das propriedades pesquisadas, ainda falta informação a respeito dos subprodutos produzidos nos biodigestores e principalmente do próprio sistema em operação. No entanto, estudos já foram realizados por diversos autores, a fim de avaliar a viabilidade dos biodigestores e o aproveitamento da produção dos subprodutos (biogás e biofertilizante), em propriedades.

Porém o uso de biodigestores nas propriedades pesquisadas poderia ser viável economicamente se o biogás e o biofertilizante fossem utilizados adequadamente, porém essa não é a realidade encontrada na região da Grande Dourados – MS.

Em relação ao aproveitamento de biogás para geração de energia elétrica, este foi considerado inviável, devido ao baixo consumo energético das propriedades pesquisadas e o dimensionamento inadequado do sistema, ocasionando em custos maiores, que os benefícios do sistema.

No que se refere aos aspectos econômicos da utilização do biofertilizante, esses são viáveis, levando em consideração a implantação gratuita dos biodigestores, pelas empresas

AgCert e Brascarbon. Além disso, a substituição de adubos químicos pelos orgânicos torna-se relevante principalmente pelo fato da redução dos custos de adubação nos cultivos das propriedades pesquisadas.

Em síntese, conclui-se que os biodigestores implantados nas propriedades pesquisadas não foram considerados viáveis devido ao não aproveitamento de todos os seus recursos, principalmente por considerar que os mesmos precisam passar por manutenção constante e principalmente pela falta de informação dos suinocultores a respeito do dimensionamento das técnicas aplicadas ao sistema.

Os resultados também mostraram que ainda não há uma política ambiental direcionada à tecnologia de biodigestão anaeróbica no setor produtivo suinícola para a região da Grande Dourados-MS, ocasionando o desestímulo da classe em relação aos biodigestores já implantados nas propriedades pesquisadas.

Para estudos futuros, recomenda-se a realização de novas pesquisas, referentes à fertirrigação com o uso de biofertilizante, sugerindo uma melhor caracterização de sua influência no aumento da produtividade e recuperação do solo.

Ainda, uma simulação baseada em dados da literatura, referentes aos ganhos estimados de produtividade e receitas, com a comercialização de energia elétrica, seriam interessantes para mensurar as perdas econômicas dos suinocultores, quando os excedentes de energia elétrica não são comercializados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução n. 44, 17 de março de 1999. Resolução n. 240, de 5 de dezembro de 2006. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, v. 143, n. 146, p. 44, 1 ago. 2006. Seção 1. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012474.pdf>>. Acesso em: março de 2014.

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. *Unoesc & Ciência – ACSA*, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan/jun. 2011.

BARICHELO, R. et al. Geração de energia elétrica e biofertilizante proveniente do tratamento de dejetos suíno: um estudo de caso em uma propriedade de médio porte sob a perspectiva financeira. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ponta Grossa. *Anais...*, nov. 2012.

CERVI, R. G. *Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbica*: estudo de caso em unidade biointegrada. 2009. 57 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia /Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 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*, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 831-844, set/out. 2010.

COLDEBELLA, A. *Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais*. Dissertação. 2006. 73 f. (Mestrado em Engenharia Agrícola / Engenharia de Sistemas Agroindustriais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.

DARTORA, V.; PERDOMO, C.C.; TUMELERO, I. L. Manejo de dejetos de suínos. In: *Boletim informativo de pesquisa*. Embrapa Suínos e Aves e Extensão – EMATER/RS. Concórdia – SC, mar.1998.

DIAS, M. I. A. et al. Viabilidade econômica do uso do biogás proveniente da suinocultura, em substituição a fontes externas de energia. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, vol. 28, n.3, p. 115-164, jul/set. 2013.

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: 47º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 2009, Porto Alegre. *Anais...*, p. 1-19, jul. 2009.

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. 106 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Estratégia Organizacional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

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. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, p. 38 - 44. 2006.

KONZEN, E. A. *Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves*. Sete Lagoas – MG: Embrapa, dez. 2003. 10 p. (Circular técnica, n. 31).

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

NOGUEIRA, C. E. C.; ZÜRN, H. H. Modelo de dimensionamento otimizado para sistemas energéticos renováveis em ambientes rurais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 341-348, maio/ago. 2005.

NOGUEIRA, E. Análise de investimentos. In: BATALHA, M. O. *Gestão agroindustrial*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. v. 1, 692 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de. *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA, Centro Nacional de Suínos e Aves, 1993. 188 p. (Circular técnica, n. 27).

OLIVEIRA, P. A. V. de. *Projeto de biodigestores e estimativa de produção de biogás em produção*. Concórdia: Embrapa Suínos e a aves, 2005. 15p.

PLANO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – PRD. Região da Grande Dourados, MS. Dourados, Nov. 2011. 73 p.

SANTOS, P. *Guia técnico de Biogás*. CCE – Centro para a Conservação de Energia, Portugal, 2000. 117 p.

SILVA, J. A. F. et al. Sustentabilidade econômica e ambiental: Estudo em uma propriedade rural do Sulmatogrossense. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, [S. I.]. Grupo Eumed.net, v. 5, n. 15, out. 2012. 23 p.

WEN-CONG, LU.; YONG-XI, MA.; BERGMANN, H. Technological options to ameliorate waste treatment of intensive production in china: An analysis based on bio-economic model. *Journal of integrative agriculture*, [S.I], v. 13, n. 2, p. 443-454, fev. 2014.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

CONCLUSÃO GERAL

A suinocultura do país vem conseguindo se sobrepôr no mercado consumidor, tanto interno como externo, por apresentar-se como uma atividade preocupada em produzir com qualidade e respeito à preservação ambiental.

Neste contexto, os biodigestores tornaram-se uma importante ferramenta que surgiu como uma alternativa de acréscimo ao agronegócio por permear maior competitividade no mercado, mediante aspectos de estímulos aos ganhos econômicos, com tratamento adequado aos dejetos de suínos, aliado ao cumprimento das exigências da legislação ambiental.

Assim, a tecnologia de biodigestão anaeróbica tornou-se uma alternativa favorável à diminuição de gases efeito estufa, geração de energia elétrica renovável e substituição gradativa de adubos químicos por orgânicos.

Mesmo assim, a produção de biogás, na maioria das propriedades pesquisadas, ainda não é aproveitada para geração de energia elétrica, devido ao baixo consumo de energia e ao alto valor de investimento em equipamentos para gerar energia elétrica (motor gerador). Desta forma, o biogás é apenas queimado para evitar a emissão direta de gases nocivos à atmosfera.

No entanto, existem ainda vários aspectos que precisam ser melhorados e reconhecidos, para que haja uma política ambiental mais efetiva e participativa no país, principalmente na região em estudo, ainda carente de informações e incentivos, segundo suinocultores entrevistados.

Também, segundo gestores do IBAMA, IMASUL E IMAN ainda não existem, na região, normas específicas de legislação ambiental que contemplem a tecnologia em estudo. Desta forma, percebe-se no estudo que o reconhecimento da tecnologia de biodigestão anaeróbica como sendo uma alternativa favorável tanto ambiental como econômica ainda necessita ser mais difundido entre os suinocultores.

Quanto a análise da viabilidade econômica do aproveitamento do biogás, para as propriedades pesquisadas ainda é inviável, devido ao baixo consumo de energia elétrica das mesmas, no entanto o investimento poderá ser viável, caso o consumo for considerado alto.

No que diz respeito ao acréscimo econômico com a disponibilidade e aproveitamento do biofertilizante nas propriedades pesquisadas, este foi considerado favorável, pelos suinocultores entrevistados.

APÊNDICES

APÊNDICE A– Roteiro de Entrevista

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS



PESQUISA

“O USO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA: Uma análise para a região da Grande Dourados, MS”

INFORMAÇÕES TIPO A

PROPRIEDADES SUINÍCOLAS DA REGIÃO DA GRANDE DOURADOS - MS

Definir data

A) Objetivo: A coleta de dados tipo A tem o objetivo de reunir informações que possibilitem avaliar a viabilidade econômica da utilização de biodigestores em propriedades suinícolas. As propriedades amostradas foram aquelas vinculadas a Associação de Suinocultores da região da Grande Dourados, MS. Os dados e informações tipo A, serão utilizados para a definição dos indicadores de análise (do custo x benefício do uso dos biodigestores para a produção de suínos nas propriedades amostradas) a serem aplicados na fase 2 da Etapa II da pesquisa.

B) Aplicação do questionário: Este questionário deverá ser aplicado aos suinocultores das propriedades amostradas a seguir:

- I. Propriedades vinculadas a associação de suinocultores de Itaporã – MS;
- II. Propriedades vinculadas a associação de suinocultores de Glória de Dourados – MS.

C) Instruções para a coleta de informações

- Anexar cópias dos documentos legais e outros ligados a produção sustentável nas propriedades rurais amostradas;
- Destacar os itens que não estejam disponíveis à situação atual da criação de suínos e operação dos biodigestores;
- As informações que não estejam disponíveis devem ser assinaladas, identificando-se as causas de cada uma das omissões e os meios necessários para coletá-las;
- Os quadros devem servir de modelo podendo ter suas linhas e colunas aumentadas, na medida da necessidade do responsável pelas informações.

1) Identificação das propriedades rurais pesquisadas

1.1. Informações gerais

- Nome da propriedade:
- Nome do Proprietário
- Endereço, telefone, fax, endereço eletrônico (e-mail)
- Localidade da área
- Área total da propriedade
- Atividade principal
- Área cultivada (ha)
- Atividade agrícola
- Área reserva legal
- Número de suínos alojados por lote em fase de terminação
- Número de suínos alojados por lote no crechário ou outra fase

Peso inicial (entrada)

- Crechário:
- Terminação:
- Unidade produtora de leitões (UPL):

Peso final (saída)

- Crechário:
- Terminação:
- Unidade Produtora de Leitões (UPL):

Consumo de ração por animal:

- Crechário:
- Terminação:
- Unidade Produtora de Leitões (UPL):

1.2 Responsável (is) pelos dados e informações

- Nome(s)
- Propriedade(s)
- Formação e cargo
- Endereço, telefone, fax, endereço eletrônico
- Quem opera os biodigestores?
- Data da entrevista

2) Aspectos gerais dos biodigestores na criação de suínos

2.1. Organograma geral do processo de criação de suínos bem como o uso de biodigestão anaeróbica utilizado nas propriedades suinícolas amostradas da região citada.

Para propriedades rurais amostradas da região da Grande Dourados (MS)

- Apresentar o fluxograma do manejo atual da criação de suínos, com o uso dos biodigestores e da cadeia produtiva da suinocultura;
- Evidenciar o quadro atual da atividade suinícola das propriedades amostradas que possuem biodigestores, atribuições, número de funcionários, assim como o processo de integração (ciclo de criação que cada uma será responsável), preencher para cada propriedade, o Quadro 1.

Quadro 1

Integradora						
Localização						
Propriedades amostradas na região da Grande Dourados – MS						
Propriedades suinícolas	Localização	Associação	Plantel de suínos	Ciclo de criação	Nº de funcionários	Data de implantação dos biodigestores
1						
2						

3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

3) Documentação referentes a produção de suínos, instalação, operação dos biodigestores nas propriedades suícolas amostradas (Devem ser fornecidas cópias de todos os documentos citados)

4) Questões gerais sobre os biodigestores nas propriedades amostradas

Política Ambiental

4.1. Quais são os impactos ambientais causados pela suinocultura sem o uso dos biodigestores?

4.2 Foi feito um relatório ambiental inicial antes do processo de implantação dos biodigestores?

4.3 Se sim, o que foi constatado?

4.4 Como se dá o comprometimento da empresa, junto aos suinocultores, referente à operação e implantação dos biodigestores?

4.5 Como se dá o comprometimento dos suinocultores, junto à empresa responsável pela implantação dos biodigestores?

4.6 Qual seria o principal cumprimento em relação às exigências ambientais com o uso dos biodigestores na criação de suínos?

4.7 Os biodigestores englobam melhoria contínua e prevenção da poluição, na criação de suínos? Como?

4.8 Os suinocultores cumprem na íntegra todas as exigências ambientais relacionadas ao tratamento de resíduos? Só com o uso dos biodigestores ou existem outros métodos cabíveis?

4.9 Os biodigestores fornecem estrutura para eficiência na produção sustentável? De que forma?

4.10 O projeto de biodigestão anaeróbica é documentado e comunicado a todos os produtores rurais interessados? De que forma?

5) Custo x benefício com o uso dos biodigestores para a atividade suícola

5.1. Qual foi a empresa responsável pela implantação do biodigestor em sua propriedade?

5.2 Em que ano ocorreu a implantação dos biodigestores em sua propriedade?

5.3 Quanto foi o investimento inicial para implantação dos biodigestores em sua propriedade?

5.4. Você possui os dados financeiros dos custos gerais para implantação dos biodigestores? Se possuir especifique: (podem ser dados estimados)

Custos com matérias e equipamentos:

Custos com mão de obra:

Custo manutenção:

5.5 A empresa que instalou os biodigestores presta assistência à sua propriedade? Se a resposta for sim, qual é o nome do técnico que presta assistência?

5.6 A assistência é gratuita ou você tem que pagar pela manutenção?

5.7 Como é feita a manutenção dos biodigestores?

5.8 Quantas vezes por ano é feita a manutenção?

5.9 Qual é o valor estimado da manutenção por ano?

6. Questões técnicas sobre os biodigestores

6.1 Quanto ao modelo e dimensões do biodigestor, especifique:

Modelo dos biodigestores:

Tipo de biodigestores:

6.2 Qual é a quantidade total de biomassa que o seu biodigestor comporta?

6.3 Quanto às dimensões dos biodigestores especifique com detalhes, conforme o projeto da empresa, por exemplo: largura (inferior e superior), comprimento, volume em m³ etc.

6.4 Quantos m³ diários ou anual de biogás produz cada suíno em fase de terminação e qual a potência ativa consumida (kw) na propriedade?

6.5 Qual o consumo estimado de biogás pelo motor-gerador de energia elétrica (m³/hora)?

7. Questões relacionadas ao uso dos biodigestores e perspectivas dos suinocultores com a adoção dessa tecnologia.

7.1 Qual seria estimativa de economia na propriedade com o consumo de energia elétrica renovável.

7.2 Você utiliza o biofertilizante de que forma:

() pastagem

() cultivo do milho

() cultivo da soja

Em quantos hectares?

7.3 Como faz para transportar o biofertilizante até a lavoura?

7.4 Ela é feita por funcionários da propriedade ou você contrata mão de obra específica para esta atividade?

7.5 Em relação ao preço praticado no mercado, quanto uma propriedade rural economizaria em adubos químicos usando os biodigestores para produção de biofertilizante a partir de dejetos suínos?

7.6 Quanto à produção do milho, soja ou pastagem, que mudanças observou na produção depois que passou a fazer uso do biofertilizante?

7.7. Quanto ao solo, quais são as mudanças que observou?

7.8. Você ainda utiliza adubo químico? Qual seria a quantidade estimada?

7.9. E quanto ao biofertilizante ? Qual seria a quantidade estimada?

7.10 O uso do biofertilizante na produção de milho e soja, realmente aumentou a produção? E quanto aos nutrientes do solo, o que observou?

7.11. Possui motor gerador de energia elétrica?

7.12 Deseja possuir o motor gerador de energia elétrica?

7.13 Se não, por quê?

7.14 Qual é a forma de utilização de biogás em sua propriedade?

7.15. O que espera para a suinocultura com o uso dos biodigestores?

7.16 A integradora incentiva o uso dos biodigestores?

7.17. De que setor você espera incentivo em relação ao uso dos biodigestores?

7.19. Deseja acrescentar mais alguma coisa?

APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS



PESQUISA

“O USO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA: Uma análise para a região da Grande Dourados, MS”

INFORMAÇÕES TIPO B

Instituições e empresas privadas envolvidas na produção de suínos, implantação e manutenção dos biodigestores

A) **Objetivo:** A coleta de dados tipo B tem o objetivo de caracterizar a importância da atividade suinícola e as perspectivas quanto à funcionalidade e aos benefícios dos biodigestores na criação de suínos. Os dados e informações tipo B serão utilizados para a definição dos indicadores de análise (do processo e desempenho da criação de suínos com o uso dos biodigestores nas propriedades amostradas) a serem aplicados na fase 2 da Etapa II da pesquisa.

B) **Aplicação do questionário:** Este questionário deverá ser aplicado aos seguintes órgãos privados:

- I. Associações de suinocultores da região da Grande Dourados – MS;
- II. Empresa integradora (SEARA) do grupo JBS;
- III. Empresas privadas envolvidas com o projeto de licenciamento ambiental e com a implantação e manutenção dos biodigestores na região da Grande Dourados - MS (engenheiros e técnicos)
- IV. Cooperativa de Energização e Desenvolvimento Rural da Grande Dourados – MS (CERGRAND).

C) Instruções para a coleta de informações

- Anexar cópias dos documentos legais e outros ligados a produção sustentável na atividade suinícola;
- Destacar os itens que não estejam disponíveis à situação atual da criação de suínos e operação dos biodigestores;
- As informações que não estiverem disponíveis devem ser assinaladas, identificando-se as causas de cada uma das omissões e os meios necessários para coletá-las;
- Os quadros devem servir de modelo podendo ter suas linhas e colunas aumentadas, na medida da necessidade do responsável pelas informações.

1) Identificação da instituição pesquisada

1.1 Informações gerais

- Estado / Município:
- Órgão privado:
- Nome do titular:
- Endereço, telefone, fax, endereço eletrônico:
- Data da entrevista:

1.2 Responsável(is) pelos dados e informações

- Nome(s):
- Instituição(ões);
- Formação e cargo:
- Endereço, telefone, fax, endereço eletrônico:

2) Aspectos institucionais

2.1. Organograma geral das instituições privadas envolvidas no ramo da suinocultura

Para a região da Grande Dourados – MS

- Apresentar o fluxograma, com a definição das competências institucionais;
- Apresentar o organograma do órgão privado, detalhando as unidades administrativas encarregadas pelo desenvolvimento da atividade suinícola, implantação e manutenção dos biodigestores da região citada (preencher, para cada unidade administrativa, o quadro I).

Unidade administrativa					
Atribuição					
Pessoal					
	Cargo	Formação	Especialização	Quantidade	Tempo de serviço no

3) Procedimentos legais cabíveis (Devem ser fornecidas cópias de todos os documentos citados).

4) Processo de implantação dos biodigestores nas propriedades rurais amostradas

4.1 Ementa de leis, decretos, resoluções e outros diplomas legais referentes a criação de suínos e da implantação e operação dos biodigestores

- Empresa privada responsável pelo projeto de adequação para o licenciamento ambiental na atividade suinícola;
- Empresa responsável pela implantação dos biodigestores da região evidenciada;
- Profissional responsável pela manutenção dos biodigestores na região;
- Normas e procedimentos cabíveis na implantação dos biodigestores nas propriedades suinícolas amostradas.

4.2 Regulamentações cabíveis para implantação de biodigestores nas propriedades rurais suinícolas

- Requisitos para implantação dos biodigestores;
- Metas e objetivos da empresa no que diz respeito aos biodigestores;
- Formas de apoio aos produtores rurais e funcionários envolvidos no projeto;
- Agravantes de poluição na criação de suínos sem o uso dos biodigestores.

5) Questões gerais sobre a influência das empresas privadas no desenvolvimento da suinocultura, instalação, operação e manutenção dos biodigestores na região da Grande Dourados – MS .

SISTEMA DE INTEGRAÇÃO NA SUINOCULTURA

5.1 Quais são as exigências das integradoras em relação ao tratamento de dejetos dos suínos?

5.2 A instalação dos biodigestores influencia no preço de compra dos suínos por parte da integradora?

5.3 A empresa integradora incentiva os suinocultores a instalarem biodigestores em suas propriedades? Se a resposta for sim, quais são os incentivos?

IMPLANTAÇÃO DOS BIODIGESTORES

5.4 Quais são os motivos que influenciam as empresas a implantar os biodigestores nas propriedades rurais?

5.5 Existe assistência técnica por parte da empresa na operação e manutenção dos biodigestores?

5.6 Existe um treinamento prévio quanto ao aproveitamento dos resíduos na produção de biogás, geração energia elétrica e produção de biofertilizante?

5.7 Quais são os modelos de biodigestores mais usados pela empresa responsável pela implantação dos biodigestores na região da Grande Dourados.

6. Dados técnicos dos biodigestores

Quanto ao modelo e dimensões do biodigestor, especifique:

6.1 Modelo dos biodigestores:

6.2 Tipo de biodigestores:

6.3 Qual é a quantidade total de biomassa que um biodigestor comporta?

6.4 Conforme o modelo e o tipo dos biodigestores especifique, com detalhes, as dimensões desses, conforme o projeto da empresa, por exemplo: largura (inferior e superior), comprimento, volume em m³ etc.

APÊNDICE C – Roteiro de Entrevista

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS



PESQUISA

“O USO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA: Uma análise para a região da Grande Dourados, MS”

INFORMAÇÕES TIPO C

A) Objetivo: A coleta de dados tipo C tem o objetivo de identificar as exigências das normas da legislação ambiental na criação de suínos e a influência dos biodigestores no cumprimento dessas leis. Serão coletados, em formulários específicos informações Tipo C – junto às repartições públicas voltadas à pesquisa, licenciamento e fiscalização no cumprimento das exigências ambientais na atividade suinícola. Os dados e informações serão utilizados para a definição dos indicadores de análise (dos procedimentos e normas legais na suinocultura) a serem aplicados na fase 2 da Etapa II da pesquisa.

B) Aplicação do questionário: Este questionário deverá ser aplicado aos seguintes órgãos públicos:

- I. Órgãos municipais e estaduais responsáveis pelo licenciamento e fiscalização ambiental na criação de suínos (IMAM, IBAMA, IMASUL).

C) Instruções para a coleta de informações

- Anexar cópias dos documentos legais, convênios e outros atos administrativos que forem citados;
- Destacar os itens que não se aplicarem à situação atual do sistema de licenciamento na suinocultura na região da Grande Dourados – MS;
- As informações que não estiverem disponíveis devem ser assinaladas, identificando-

3) Legislação e procedimentos *(Devem ser fornecidas cópias de todos os documentos citados)*

3.1 Ementa de leis, decretos, resoluções e outros diplomas legais referentes ao Licenciamento Ambiental para o estado e o município:

- Instituição do sistema de licenciamento;
- Diretrizes gerais e procedimentos administrativos para a implantação do licenciamento ambiental, inclusive para projetos sujeitos à avaliação de impacto ambiental (exigência de estudo e relatório de impacto ambiental na suinocultura);
- Formulários ou guias para a requisição de licenças;
- Critérios de cobrança de licença.

3.2 Convênios ou outras formas de cooperação técnica, com vistas ao licenciamento ambiental (por exemplo, AGRAER, EMBRAPA, outras repartições públicas).

3.3 Roteiro e fluxograma geral dos procedimentos para o processo de licenciamento ambiental para atividades suínícolas e considerações sobre os biodigestores.

4. Processos de concessão das licenças ambientais para a suinocultura

4.1. Adequação da suinocultura às normas de legislação ambiental

- Formulários ou guias usados no processo de licenciamento ambiental para o ramo da suinocultura e implantação dos biodigestores nas propriedades amostradas;
- Levantar junto aos órgãos ambientais licenciadores (estaduais e municipais) quais são as principais exigências ambientais para a suinocultura e qual o papel dos biodigestores ligados a esse ramo, no cumprimento as exigências da legislação ambiental, acompanhado de fluxograma;
- Órgão responsável pela fiscalização das propriedades suínícolas no cumprimento a legislação ambiental.

Planejamento

4.2 Quanto aos aspectos ambientais, existem normas específicas referentes à implantação dos biodigestores?

4.3 Que procedimentos cabíveis existem entre os órgãos responsáveis pela legislação ambiental e a implantação dos biodigestores nas propriedades suínícolas?

4.4 Quanto aos métodos utilizados para o tratamento de dejetos existem situações diferenciadas para o licenciamento ambiental? Quais?

Elaboração do estudo ambiental na criação de suínos

4.5 O órgão ambiental possui banco de dados ambientais referentes a tecnologia de biodigestão anaeróbica?

4.6 O estudo ambiental é sempre elaborado por consultoria ou também pode ser feito por técnicos ligados ao ramo da suinocultura?

Análise do estudo ambiental e elaboração do Parecer Técnico

4.7 O órgão ambiental possui equipe própria de análise dos métodos de tratamento de dejetos suínos?

4.8 Há participação de consultores externos ao órgão ambiental referentes à análise da eficácia dos biodigestores para o tratamento de dejetos de suínos?

4.9 Existem formas de cooperação técnica com outros órgãos, entidades ou instituições de ensino e pesquisa para a análise dos biodigestores implantados nas propriedades suinícolas?

Questões gerais para o licenciamento ambiental na atividade suinícola

4.10. Quais os critérios que definem a exigência de licenciamento ambiental aplicados na criação de suínos?

4.11. Qual é a importância dos biodigestores na concessão da licença ambiental na suinocultura?

4.12. Quais são os principais problemas que os suinocultores enfrentam na prática da concessão das licenças?

4.13 A capacidade técnica é suficiente face ao número suinocultores da região da Grande Dourados - MS a serem licenciados?

4.14. Existem leis ambientais específicas para criação de suínos?

4.15. Qual o custo médio de cada licença concedida para os suinocultores?

4.16. Qual o período de tempo médio entre a entrada do pedido e a emissão de cada licença?

4.17. Quais são os órgãos municipais e estaduais responsáveis pela concessão de licenciamentos voltados à atividade suinícola?

4.18. As exigências e os prazos estabelecidos nas Licenças são cumpridos pela maioria dos suinocultores da região da Grande da Grande Dourados – MS?

5) Acompanhamento das licenças concedidas para a criação de suínos

5.1 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?

5.2 Qual a frequência das ações de acompanhamento e fiscalização nas propriedades suinícolas?

5.3 Em caso de descumprimento das condicionantes da licença, quais os tipos de sanções aplicadas?

5.4 Quais as principais irregularidades constatadas na implantação de métodos voltados ao aproveitamento de dejetos suínos?