

TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, BENEFÍCIOS DO USO DOS BIODIGESTORES

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, BENEFITS OF THE USE OF BIODIGESTORES

Rubens Rodrigues Diniz ¹
Anderson Clayton Rhoden ²

RESUMO

Buscou-se ao desenvolver esta pesquisa bibliográfica demonstrar que com a utilização de biodigestor acoplado a um sistema integrado é possível aproveitar de maneira consciente e ecologicamente correta os resíduos de suínos produzidos na região, promovendo assim a sustentabilidade do sistema suinícola, ocasionando o mínimo possível de impacto ao meio ambiente, e desta forma agregando valor ao produtor. Este trabalho tem como objetivo identificar uma metodologia de planejamento para o manejo de dejetos de suínos, oportunizando a construção de biodigestores em pequenas e grandes propriedades rurais do município de abrangência da Agencia de Desenvolvimento Regional de Palmitos/SC. O propósito foi compreender um pouco mais sobre os benefícios que podem ser agregados com a utilização do biodigestor na busca para amenizar o impacto causado pelos dejetos e gases provenientes da criação de suínos. Ressalta ainda que a construção de biodigestores nos estabelecimentos suinícolas é uma proposta para reduzir a carga poluente e viabilizar o aproveitamento integral dos dejetos como biofertilizante, e como fonte de energia através da utilização do gás. Estes dados foram coletados utilizando-se o método de pesquisa qualitativa através de métodos não experimentais. Ressalta-se ainda da importância de políticas mais convergentes quando se tratam de fontes de energias alternativas, avanços tecnológicos e construção de um sistema produtivo mais competitivo.

Palavras-chave: Suinocultura; Sustentabilidade; Biodigestor; Meio ambiente.

ABSTRACT

It was tried to develop this bibliographic research to demonstrate that with the use of biodigestor coupled to an integrated system it is possible to consciously and ecologically take advantage of the pig residues produced in the region, thus promoting the sustainability of the pig system, causing the least possible impact on the environment, and thus adding value to the producer. This work aims to identify a planning methodology for the management of swine manure, allowing the construction of biodigesters in small and large rural properties in the municipality of the Regional Development Agency of Palmitos / SC. The purpose was to understand

¹Aluno de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável pela FAI, Faculdades de Itapiranga – SC. E-mail: rubensrdiniz@yahoo.com.br

² Coordenador do Curso de Agronomia e Professor titular da Sociedade Educacional de Itapiranga - Faculdades de Itapiranga – SEIFAI. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus de Pato Branco.

a little more about the benefits that can be added with the use of the biodigester in the search to alleviate the impact caused by the waste and gases from the pig raising. It is also worth noting that the construction of biodigesters in pig farms is a proposal to reduce the pollutant load and to enable the full use of waste as biofertilizer and as a source of energy through the use of gas. These data were collected using the qualitative research method through non-experimental methods. It is also worth mentioning the importance of more convergent policies when it comes to alternative energy sources, technological advances and the construction of a more competitive production system.

Keywords: Swine culture; Sustainability; Biodigester; Environment.

1 INTRODUÇÃO

A crise do petróleo no Brasil na década de 70 despertou o interesse em pesquisas por fontes de energia inesgotáveis. Dentre as fontes de energia conhecidas como limpas e abundantes, a bioenergia a partir de resíduos sólidos agrícolas como os dejetos de origem animal, tornou-se uma alternativa viável (CLEAN ENERGY, 2004). A produção de bioenergia a partir dejetos animais contribui para diminuir a capacidade poluidora destes, pois o gás emitido na decomposição, que antes ia para o meio ambiente, agora se destina à produção de energia, e a porção sólida pode ser utilizada como adubo orgânico (GASPAR, 2003).

Destaca-se que o Brasil em 2011 foi o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína (ABIPECS, 2012), e apresenta como plantel de suínos cerca de 38 milhões de cabeças, sendo o maior produtor da América Latina (IBGE, 2011). A partir da criação destes animais em sistemas intensivos houve um aumento na produção de dejetos líquidos, responsáveis por desequilíbrios ecológicos, como a poluição de mananciais de águas e a acidificação do solo (OLIVEIRA, 1993), entretanto, seu uso adequado para geração de bioenergia parece ser positivo no sentido de gerar um benefício à sociedade pelo uso do adubo orgânico e biogás bem como redução de impactos ambientais.

Busca-se na suinocultura a sustentabilidade, a qual visa o aproveitamento dos dejetos com o objetivo de gerar uma atividade que seja saudável, que mantenha a diversidade biológica e que tenha importância econômica ao suinocultor pela redução de custos. E nesse sentido é necessário o uso de tecnologias que protejam o meio ambiente e que sejam aceitas pelo sistema de produção (TAKITANE et al., 2003). É necessário que os dejetos tenham um correto armazenamento e

tratamento, condizendo com as questões técnicas e de acordo à legislação ambiental (DIESEL et al., 2002).

Sendo assim, o estudo tem como objetivo geral identificar uma metodologia de planejamento para o manejo de dejetos de suínos, oportunizando a construção de biodigestores em pequenas e grandes propriedades rurais dos municípios de abrangência da Agencia de Desenvolvimento Regional de Palmitos/SC (ADR).

Como objetivos específicos o estudo apresenta: a) breve histórico da criação de suínos em nível de Brasil e do Estado de Santa Catarina, mais precisamente na região Oeste do Estado; b) o que fazer com o excesso de dejetos produzidos; c) demonstrar as vantagens da utilização de biodigestor bem como o custo para a implantação de um sistema, e os benefícios que traz ao produtor.

Justifica-se a escolha do tema devido à importância econômica da produção suinícola nos municípios da 29ª ADR de Palmitos-SC, pois existe uma busca constante por uma maior produção de alimentos. Mas que essa busca por maior produção, muitas vezes leva o ser humano a destruir parte da natureza, sem pensar nas consequências. Ressalta-se que a região possui um crescimento acelerado neste setor, todavia, ao mesmo tempo surgem problemas por causa da grande quantidade de dejetos produzidos e de como efetuar o descarte. Esta condição vem sendo responsável por causar sérios problemas de poluição nas águas dos rios e no solo. Várias estratégias foram criadas para tentar controlar e armazenar os dejetos dos suínos, entre estas o uso de esterqueiras. No entanto, na região não existe ainda um controle efetivo para o destino dos dejetos após passarem pela esterqueira, sendo muitas vezes por falta de consciência do produtor e outras por falta de uma fiscalização mais rígida, o que leva muitos agricultores a descartarem os dejetos diretamente nas águas. Desta forma, é relevante a busca por alternativas que possam reduzir o impacto ambiental pelo mal uso dos dejetos de suínos e que ainda possam beneficiar o produtor.

De encontro a este objetivo, tem-se o biodigestor, que além de tratar os resíduos, os transforma em adubo orgânico e produz gás. O uso do biodigestor é uma maneira eficaz de gerar biogás (metano), entretanto, há a falta de incentivo por parte do governo para a implantação, o que vem preocupando tanto produtores rurais quanto ambientalistas.

A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se de uma abordagem qualitativa descritiva, com o objetivo de analisar a questão dos benefícios do biodigestor na

suinocultura, em especial na região oeste do estado, o que pode propiciar melhor qualidade ambiental à região.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 SUINOCULTURA NA AMÉRICA

Têm-se relatos que os suínos chegaram à América no final do século XV, trazidos por Colombo, e no Brasil em meados do século XVI. E desta forma no estado de Santa Catarina a criação de suínos foi trazida pelos colonizadores paulistas. Logo se espalhou em função de sua fácil adaptação, chegando a região oeste devido às características de relevo, que proporcionavam a introdução de porcos (PERTILE, 2001).

O período compreendido entre as décadas de 40 e 60 caracterizou-se pelo surgimento de grandes frigoríficos processadores de suínos. Já naquela época o oeste catarinense já abastecia com carne suína e derivados os grandes mercados urbanos do centro-sul brasileiro. Em meados da década de 50 os frigoríficos já utilizavam o processo de criação de suínos, e nesta época, com a melhoria dos transportes terrestres e aéreos, produtos e derivados, considerados nobres, chegavam ao mercado com maior rapidez (PERTILE, 2001), propiciando a expansão do negócio.

Ao longo da década de 80 o processo de articulação industrial caracterizou-se pela intensificação do processo de integração. Assim, o Brasil passou de um crescimento de pequenas propriedades para grandes produtores, tendo um plantel estimado em 45,2 milhões de cabeças de suínos, tornando-se um dos quatro maiores produtores de suínos. Segundo Moreira (2008), por ser uma das carnes mais consumidas no mundo, a carne suína tem ligação direta com o aumento populacional, o que está relacionado a capacidade de reprodução dos animais bem como a facilidade de criação.

O Brasil possui o terceiro maior rebanho de suínos do mundo, ficando atrás da China e dos EUA, e atualmente em questão de exportação de carne suína, é o quarto colocado, correspondendo a 12% do comércio mundial, ficando atrás da União Europeia, EUA e Canadá (USDA, 2007).

Segundo Moreira (2008), o Brasil atualmente tem um plantel de 35,2 milhões de cabeças de suínos, sendo um dos quatro maiores produtores suinícolas. Pode-se dizer que dependem da cadeia produtiva da suinocultura brasileira cerca de 700 mil pessoas.

Contudo, é importante garantir a lucratividade da atividade suinícola e a continuidade desse tipo de agronegócio, mas não se pode esquecer que esta é uma atividade altamente poluidora, e que as áreas de risco de poluição causada pelos dejetos de suínos abrangem praticamente todas as regiões do estado. E como se não bastasse, milhões de habitantes estão localizados em áreas de risco pela interligação dos rios e lençóis subterrâneos, destacando-se o Aquífero Guarani, com 1,2 milhões de km² (SEGANFREDO, 2002), e quando do mal manejo dos dejetos produzidos pelos animais, pode haver a contaminação das águas, remetendo em problemas ambientais e de saúde humana.

Conforme destaca Cheida (2004), apesar de ser um negócio que beneficia muitas pessoas, existe o fator negativo da suinocultura, que para os produtores de pequeno e médio porte, destaca-se pela falta de conhecimento destes e a ausência de informação técnica, principalmente por parte do governo, além da falta de equipamentos e construções adequadas para o manejo dos dejetos. Os quais acabam sendo lançados em rios e cursos d'água naturais, contaminando as águas e os solos, contribuindo para impactos ambientais.

Conforme Lima (2004), os impactos causados pela suinocultura no solo e na água são imensos, devido à falta de medidas que possam minimizar a degradação do meio ambiente e proporcionar técnicas viáveis de manejo para preservação ambiental. Para Carletto e Bazzo (2007), isto indica que novas tecnologias e o intenso desenvolvimento dos setores agrícola e industrial são os principais responsáveis por estes desastres sócio-ambientais, principalmente quando se enfatiza o lucro e não o manejo adequado do sistema produtivo no campo.

Para Bruseke (1995), as questões ambientais ganharam mais destaque durante os debates do Clube de Roma³, onde por meio de um relatório intitulado “Os Limites do Desenvolvimento” chamavam a atenção para as questões ambientais. Mais tarde foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, em

³ Em 1972, o Clube de Roma, formada por 30 indivíduos de 10 países, lançou os primeiros estudos científicos relacionados à preservação ambiental.

Estocolmo, e com o surgimento desta Conferência surge o conceito de eco-desenvolvimento (CARDOSO, 2002). No Brasil e, 1992 foi realizada a ECO-92, a qual resultou no lançamento de dois documentos oficiais: a Declaração do Rio e a Agenda 21 (LERÍPIO; SELIG, 1998), os quais apresentavam reclamações e sugestões acerca das necessidades de melhorias nas questões ambientais, principalmente a qualidade do solo e da água, além do aquecimento global.

2.2 SUINOCULTURA EM SANTA CATARINA

No estado de Santa Catarina a criação de suínos estabeleceu-se como alternativa à criação de grandes animais pelos povoadores paulistas, e segundo Associação Catarinense de Criadores de Suínos (ACCS), foi introduzida primeiramente no vale do Itajaí pelos imigrantes alemães. Mais tarde foi introduzida no oeste do estado de SC pelos colonizadores provindos do Rio Grande do Sul, em função da fácil adaptação da espécie às características de relevo do oeste do estado, formado em parte por encostas íngremes e declividades acentuados (PERTILE, 2001).

De acordo Pertile (2001), no período compreendido entre as décadas de 40 e 60, o oeste catarinense já abastecia com carne suína e derivados os grandes mercados urbanos do centro-sul brasileiro. Sendo que na década de 50, com a melhoria dos transportes terrestre e aérea o transporte deste produto nobre podia ser feito com maior rapidez. Mais tarde, já na década de 80, o processo industrial caracterizou-se pelo aumento de produção das próprias agroindústrias e, conseqüentemente, um aumento na escala de produção. Ressalta-se que no estado de Santa Catarina, dentre as atividades agrícolas, a suinocultura é a segunda atividade principal no estado, perdendo somente para a avicultura (IBGE, 2015).

Segundo Guivant e Miranda (2004), o estado de Santa Catarina é o maior produtor nacional de suínos, com um crescimento de 5,7% no ano de 2015, sendo que neste ano foram abatidas 39,26 milhões de cabeças, o que mostra um crescimento ininterrupto desde 2005.

Segundo Berto (2004), no oeste catarinense o sistema de criação mais expressivo é o intensivo do tipo confinado. Estão instaladas no Estado, as quatro maiores agroindústrias do Brasil, paralelo e em meio a isso, existem aproximadamente oito mil produtores com 420 mil matrizes e um plantel de 6,2

milhões de animais (ACCS, 2011).

Segundo dados do IBGE (2015), o estado está na liderança das exportações do país, e que remete à importância econômica que a suinocultura tem para a agricultura familiar e para o estado. A suinocultura está diretamente relacionada a colonização do Oeste Catarinense e se constituiu num das principais atividades econômicas.

A suinocultura se fez presente, até a década de 80, na maioria das propriedades, estruturando o modelo técnico, denominado por Testa et al. (1996), de policultura hierarquicamente subordinado à suinocultura.

O Estado de Santa Catarina possui um plantel de 6,2 milhões de suínos, em torno de oito mil suinocultores com produção em escala comercial. Atualmente, além de Santa Catarina ser o maior produtor de suínos é também o maior exportador de carne suína do país, é ainda o maior produtor de reprodutores suínos. Com grande participação econômica, social e também forte consumo de carne suína. Existe no Estado cerca de 107 pequenos e médios abatedouros com inspeção municipal, estadual e federal, sem produção própria de suínos, que abatem mensalmente cerca de 12 mil animais/dia que se destinam ao consumo interno. (ACCS, 2011, p. 5-6)

Destaca-se que o ano de 2010 foi marcado pela alta taxa de lucro na produção de suínos no estado, o que refletiu na demanda interna de 14,32 kg per capita, além da elevação dos preços no mercado interno e externo, bem como o aquecimento do comércio internacional, fazendo com que o mercado interno se tornasse mais atrativo neste período (EPAGRI, 2011).

Por outro lado, o estado teve sua participação reduzida no mercado externo neste mesmo ano, devido à taxa de câmbio e os embargos. Este fator proporcionou preços altos as exportações, o que fez com que o mercado interno mantivesse os preços estáveis, mas em patamares elevados, o que de certa forma contribuiu para a rentabilidade do produtor. Entretanto, onde se tem grande produção suinícola também são geradas indagações de o que fazer com os dejetos advindos da atividade (ACCS, 2011).

2.3 POTENCIAL POLUIDOR DA SUINOCULTURA

A suinocultura é considerada uma atividade de grande potencial poluidor, pois o alto nível de contaminantes gerados pelos suínos sem que haja um tratamento prévio pode causar desequilíbrio ambiental, contaminando o ar, os recursos hídricos e o solo (PERDOMO, 2001)

De acordo com Pereira (2008, p.81), referindo-se ao lançamento de dejetos de suínos no solo, o autor destaca que:

Acarreta na alteração de sua capacidade de infiltração e retenção de nutrientes. Na água seus efeitos podem ser provocados pelo nitrogênio e excesso de fósforo, causando eutrofização das águas, e em relação ao ar, causa odor forte e desagradável, emissão de gases tóxicos e poluentes, contribuindo com gases de efeito estufa.

Destaca-se nesse sentido que existem deficiências nos meios de operação do mercado e políticas e nas instituições públicas, como partes das barreiras⁴ ao desenvolvimento da energia sustentável. Acrescenta-se a ainda, a penalização das políticas fiscais para esse tipo de tecnologia.

Conforme destaca Geller (2003), o objetivo final é tornar prática normal à eficiência energética, a tecnologia ou práticas de energias renováveis, por meio de um conjunto de intervenções coordenadas no mercado. Já em relação ao lançamento dos dejetos de suínos no solo, conclui que deve ser realizado um estudo do solo para caracterizar a presença de nutrientes (N e P) e aumentar a eficiência do uso de dejetos como adubo. Nesse sentido Geller (2003, p.43) afirma que:

A grande necessidade de adoção de um conjunto de políticas complementares para superação das barreiras que inibem o desenvolvimento de energias renováveis por meio de políticas bem planejadas e bem implementadas. Destaca que a estratégia de transformação de mercado para remover as barreiras, de maneira a conseguir uma mudança permanente no mercado.

O mesmo autor destaca que o volume de dejetos líquidos produzido por dia, de acordo com o ciclo de produção de suínos, pode ser estimado utilizando-se a Tabela 1:

⁴ A primeira refere-se a consumidores mal informados, subsídios aos preços de energia, bem como falta de inclusão de custos sociais e ambientais nos preços da energia. A última refere-se à falta de financiamento atraente e deficiências para energias renováveis.

Tabela 1: Produção diária de dejetos de suínos de acordo com o sistema de produção (litros/dia).

Tipo de Sistema de produção	Produção Diária de Dejetos (Litros/Dia)
Ciclo Completo (CC) ⁵	85,0
Unidade de Produção de Leitões (UPL) ⁶	45,0
Unidade de Crescimento e Terminação (UCT) ⁷	7,0

Fonte: Oliveira (1993); Bipers Embrapa/Emater, RS (1998).

Evidencia-se uma grande quantidade de dejetos produzida por animais, associado ao sistema de criação intensivo, que leva a produção em escala, promovendo a produção de um grande volume de dejetos líquidos que, quando mal armazenados e utilizados, podem causar problemas nas águas superficiais e subterrâneas, além do solo.

Surge então uma alternativa, que pode ser utilizada em todas as propriedades, independentemente de grandes ou pequenas, que seria a utilização de biodigestores para armazenamento e tratamento dos dejetos líquidos de suínos, retirando grande parte do potencial poluidor e favorecendo o uso como adubo orgânico de melhor qualidade. Entretanto, para que isso aconteça, é preciso haver políticas públicas que beneficiem esta prática ou as torne menos onerosas ao proprietário. Os dejetos líquidos de suínos, quando submetidos à digestão anaeróbica em biodigestores, perdem, exclusivamente, carbono na forma de metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), diminuindo a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) da matéria orgânica, o que resulta em um resíduo final mais apropriado para uso como adubo orgânico, em função da mineralização do nitrogênio e da solubilização parcial de alguns nutrientes (SCHERER, 1996), permitindo seu uso na melhoria da fertilidade do solo e com isso a nutrição de plantas, reduzindo o custo de produção e também os impactos ambientais, desde que bem manejados.

⁵ CC – Ciclo Completo, unidade de produção onde existem as fases do ciclo produtivo de suínos do nascimento a engorda.

⁶ UPL - Unidade de produção de leitões, unidade de produção onde existem somente a fase do ciclo produtivo que compreende os reprodutores, o nascimento dos leitões (maternidade) e crescimento inicial (Creche, peso de 6 a 25 kg).

⁷ UCT - Unidade de Crescimento e Terminação, unidade de produção de suínos com peso compreendido dos 25 aos 100 kg (podendo em alguns casos chegar aos 120 kg).

2.4 EXEDENTE DOS DEJETOS

Com o aumento da produção no setor suinícola, aliado a falta de uma maior preocupação com o manejo dos dejetos, acabou por transformar a suinocultura na maior fonte de poluição hídrica da região Oeste de Santa Catarina. Estima-se que só na região Oeste sejam produzidos cerca de 30.000 m³ dia⁻¹, sendo que esses dejetos são estocados em esterqueiras e após aplicados a lanço nas lavouras e pastagens, e por muitas vezes, de maneira indiscriminada, sem critério técnico (EPAGRI, 2000 apud BERTO, 2004).

Para Berto (2004), o grande volume produzido gera um grande excedente de dejetos na forma líquida, pois apresenta baixa concentração de matéria seca, e por isso é difícil manejo, mas de fácil contaminação por se dissipar facilmente. Seu principal destino é o uso como adubo orgânico, mas essa prática não vem sendo adotada de forma correta, gerando problemas ambientais, pois a quantidade aplicada ao solo é superior à capacidade da área em comportar e disponibilizar os nutrientes advindos dos dejetos para as plantas. Por outro lado, na região oeste, em algumas situações específicas, acabam sendo despejados diretamente nos rios ou nas áreas de preservação permanente, ou são armazenados na forma líquida em lagoas que propiciam a ocorrência de graves acidentes ambientais pelo seu transbordamento ou rompimento. Em função disso, a suinocultura tem sido o foco central da maioria dos estudos ambientais (BERTO, 2004).

Para Testa et al. (1996), a concentração da suinocultura em propriedades rurais depende de grandes áreas de terras que permitam a aplicação do mesmo como fertilizante, do contrário resultará em poluição ainda maior dos mananciais de água da região.

Conforme destacam Guivant e Miranda (2004), a suinocultura em Santa Catarina produz 30 mil toneladas diárias de esterco, o que se for aproveitada pode fornecer 65.700 toneladas de N, ou 146 mil toneladas de ureia, ou 27.375 toneladas de P, ou ainda 21.900 toneladas de cloreto de potássio, que equivalem juntos a 136.875 toneladas de superfosfato simples. Ressalta-se que a capacidade poluidora dos suínos é muito superior à de outras espécies, pois o suíno produz por unidade, de 190 a 208 g animal⁻¹ dia de dejetos (SOBESTIANSKY et al., 1998).

Vale salientar para que o esterco tenha menor poder poluente é necessário que ele passe por um processo de fermentação anaeróbica, por no mínimo 120 dias,

segundo a FATMA (2000). E após esta fermentação o dejetos estará mais estabilizado e adequado para a aplicação no solo e absorção pelas plantas. O processo fermentativo diminui o mau cheiro, moscas, e a poluição das águas (BONETTI; MANTELLI, 1998).

Destaca-se que a legislação ambiental considera a suinocultura como uma atividade com grande potencial de degradação ambiental e poluição, já que pelos dados da Epagri, 85% dos recursos hídricos do Oeste do estado de Santa Catarina estão contaminados a níveis inaceitáveis pela legislação em vigor⁸ (GUIVANT; MIRANDA, 2004).

2.4.1 Composição do dejetos de suínos

As características químicas dos resíduos de suínos são evidenciadas segundo Sobestiansky *et al.* (1998), associada ao sistema de manejo adotado e aos aspectos nutricionais, sendo constituídos pelas fezes e urina. Os dejetos líquidos da criação, também incluem água destinada à limpeza das instalações e perdida nos bebedouros (SOBESTIANSK *et al.*, 1998).

Ressalta-se que uma granja com 1.000 suínos adultos pode produzir 2.000 kg de esterco e 4 a 5 mil litros de urina por dia, de acordo com Bonetti e Mantelli (1998). A quantidade total de dejetos líquidos produzidos varia de acordo com desenvolvimento ponderado dos animais, dependendo também do manejo, do tipo de bebedouro e do sistema de higienização adotado, frequência e volume de água utilizada. A Tabela 2 apresenta a quantidade diária de dejetos produzido pelos animais de diferentes categorias.

Tabela 2: Produção diária de dejetos por categoria.

Categoria	Esterco kg dia⁻¹	Esterco + urina kg dia⁻¹	Dejetos líquido Litros dia⁻¹
25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Matrizes em gestação	3,60	11,00	16,00
Matrizes com leitões	6,40	18,00	27,00
Reprodutor	3,00	6,00	9,00
Leitões	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: Bonetti e Mantelli (1998).

⁸ Decreto N° 79.367-9/03/17.

Segundo a Instrução Normativa IN-11 da FATMA, o enquadramento da atividade suinícola segue os moldes da Portaria nº 01/04, de 02.08.2000, sendo que a quantidade máxima de dejetos para a utilização em lavouras é de 50 m³ ha⁻¹ ano, e de acordo com recomendações de adubação indicadas por laudo com base em análise do solo.

A Tabela 3 apresenta um esquema de área necessária que deve existir nas propriedades produtoras de suínos para atender a legislação vigente no Estado (IN-11, FATMA) em função do volume dos dejetos produzidos, para o uso como fertilizante orgânico, distribuído em três classes em função do número de animais presentes nas propriedades.

TABELA 03: Área necessária, em hectares, para distribuição dos dejetos como adubo orgânico e correspondente área disponível.

Distribuição de Rebanho	Nº	Área necessária (ha)		
		máx	média	total
1:[10-100)	14.300	17,9	2,2	31.451
2:[100- 5.000)	8.444	958,8	39,2	330.738
3:[5.000- 53.000)	77	4.357,8	856,3	65.932
	22.821			428.091

Obs: 1:Subsistência; 2; Agronegócio; 3: Grandes produtores
Fonte: Bonetti e Mantelli (1998).

Mas existem autores, como Marques (2001) apud Ourives (2005) que discordam e ressaltam que em relação aos dejetos de suínos há um certo “terrorismo” conceitual descabido com relação poluição, e ressalta que na suinocultura é perfeitamente possível evitar a poluição das águas.

2.4.2 Manejo dos dejetos x impacto ambiental

No Brasil observa-se uma fase inicial de preocupação com os diversos problemas ambientais relacionados com a produção agrícola, advindo da atividade suinícola e avícola devido à aplicação dos dejetos na lavoura (GUIVANT, 1999 apud GUIVANT; MIRANDA, 2004).

O problema ambiental mais grave é a dificuldade de manejo dos dejetos produzidos com a crescente concentração geográfica da produção animal em sistemas de confinamento (GUIVANT; MIRANDA, 2004). Existe uma série de

medidas que podem ser tomadas, desde que haja fiscalização atuante e presente, para evitar maiores danos ao meio ambiente. Fiscalização que vai desde às distâncias das instalações em relação aos corpos de água, até a distribuição dos dejetos na lavoura para uso como fertilizante (BERTO, 2004).

Portanto segundo Sobestiansky et al. (1998), o grande desafio encontra-se, portanto, na definição de um sistema capaz de harmonizar a utilização de dejetos como fertilizantes e de reduzir o grau de poluição ambiental, e com isso poder realizar a incorporação de resíduos orgânicos ao solo objetivando melhor suas qualidades físicas, químicas e biológicas, além de possibilitar a economia de insumos, uma vez que cada tonelada de dejetos pode conter de 2 a 12 kg de NPK. E isso pode ser viável e eficaz com a implantação de biodigestores (SUTTON et al., 1975 apud SOBESTIANSKY et al., 1998).

No armazenamento habitual são utilizadas esterqueiras de alvenaria ou de manta PEAD (Polietileno de alta densidade), com capacidade de armazenagem por no mínimo 120 dias, como determina a FATMA. Mas segundo Ourives (2005), para que o aproveitamento dos dejetos se torne possível e possibilite a preservação ambiental, a utilização de biodigestores é fundamental.

Para Pereira (2008) o efluente suinícola, por mais privilegiado que seja seu potencial de uso como fertilizante, é um resíduo, um esgoto poluente e que, ao ser disposto na natureza sem os necessários cuidados, causa impacto ambiental significativo no solo, ar, águas superficiais e subterrâneas, assim como a toda e qualquer forma de vida que habite o ecossistema.

É visível que o uso de resíduos suinícolas pode alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do ecossistema em que é gerado, e que em nossa região isso é sentido e visto muitas vezes quando o abastecimento da água pela Casan é suspenso ⁹(Grifo meu).

De acordo com Pereira (2008, p. 51), os impactos negativos da suinocultura são:

Acúmulo de elementos tóxicos no solo, principalmente poluentes orgânicos, os quais favorecem a proliferação de insetos hematófagos, provocando desconforto e prejudicando a saúde da população local. Contaminação da água por meio da infiltração de compostos resultantes da decomposição do dejetos no solo,

⁹ Motivo por que alguém largou dejetos de suíno no rio, caso constante no município de Caibi e Riqueza, SC.

principalmente nitratos e fosfatos, que, por serem cancerígenos, tornam a água não potável, aumentam a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e afetam o ecossistema aquático devido ao fenômeno da eutrofização (crescimento exagerado das algas). Contaminação em áreas de aplicação adjacentes aos sistemas de produção e de corpos hídricos superficiais devido ao transporte por escoamento superficial do material. Volatilização de compostos, que constitui outra forma de dispersão e poluição ambiental com a emissão de gases de efeito estufa, além de trazer inconvenientes como odores e atração de insetos.

Sendo que para amenizar os impactos causados pelos dejetos de suínos e reaproveitar o potencial do esterco de maneira correta, e ainda com benefícios tanto para o suinocultor quanto para o meio ambiente, a alternativa seria desenvolver projetos e aplicar nas propriedades o desenvolvimento de biodigestores.

2.5 O BIODIGESTOR

O biodigestor é um recipiente completamente fechado e vedado, que impede a entrada do ar. Existem vários tipos de biodigestores, mas os mais utilizados são os modelos chineses, indianos e canadenses. Ambos têm como objetivo criar condição anaeróbica, com a total ausência de oxigênio para que a biomassa seja completamente degradada e reaproveitada sem causar grandes impactos ambientais (GASPAR, 2003).

O biodigestor, contudo, não produz o biogás, sua função é fornecer as condições propícias para que bactérias, as metanogênicas, degradem o material orgânico, com a consequente liberação do gás metano, sendo que através deste processo é que haverá a produção do biogás. O biogás é uma mistura de metano, gás carbônico e outros gases em menor quantidade e é gerado pela biomassa, que por sua vez é criada, de forma contínua, com base na energia solar (GASPAR, 2003, p.15).

A biomassa é considerada um combustível renovável. Estima-se que a produção mundial de biomassa seja de 75 bilhões de toneladas anuais. Andrade (2002, p. 15), enfatiza que pode ser produzido, inclusive, a partir do lixo urbano, como já é feito nos chamados aterros sanitários.

[...] homens, plantas e animais constituem a biomassa de nosso planeta, utilizando o gás carbônico, resultado da respiração dos seres vivos, e usando o sol como fonte de energia, as plantas combinam as mais diferentes substâncias, produzindo outras, novas, como vitaminas, amido, proteínas e gorduras. Enquanto existir vida, existirá a biomassa (BARRERA, 1993, p.8).

Caso toda essa energia pudesse ser utilizada diretamente pelo homem, equivaleria a 1.500 bilhões de barris de petróleo por dia, o que é mais de dez vezes o consumo total de energia de todas as nações do mundo.

De acordo com Andrade (2002), os primeiros biodigestores foram instalados na Índia em 1908. “O biodigestor, como toda grande ideia, é genial por sua simplicidade, pois trata-se basicamente, de uma câmara fechada onde a biomassa é decomposta” (BARREIRA, 1993, p.11).

2.5.1 Vantagens do Biodigestor

O tratamento de dejetos por meio de biodigestores tem inúmeras vantagens, pois trabalha com grande quantidade de sólidos biodegradáveis, fácil eliminação de organismos patogênicos e parasitas, utilização do metano como fonte de energia, além da estabilização de grandes volumes de dejetos orgânicos diluídos a baixo custo (EMBRAPA, 2009).

O biodigestor, conforme destaca Barreira (1993, p.14), “além de produzir gás, limpa os resíduos e gera fertilizantes para serem utilizados ou vendidos no comércio, que pode ser instalado a um custo baixo e com tamanho benefício”.

De acordo com Andrade (2002), o biodigestor é importante para o saneamento da propriedade, pois o processo de digestão anaeróbica promove a redução da carga orgânica, convertendo o carbono presente na matéria orgânica em metano. Ainda afirma que após passar pelo biodigestor, os resíduos apresentam alta qualidade para uso como fertilizante agrícola, pois a matéria orgânica perde carbono na forma de metano.

Para Silva (2005, p.43):

A separação de fases, ao contrário do que se pensa, não é capaz de remover somente sólidos, restos de ração e cerdas. Em unidades de produção em que a diluição do dejetos e o tempo de armazenamento pré-separação são minimizados, é possível obter reduções da ordem de 80% utilizando apenas a peneira, para os seguintes parâmetros: demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais, fixos, voláteis e fósforo total.

Ainda conforme dados da Embrapa (2009), o biodigestor é um sistema de tratamento que estabiliza parcialmente o dejetos, pois o sistema tem um abatimento

de 70 a 80% da carga orgânica, reduzindo o poder poluente do dejetos. E assim, com a utilização do biogás e do biofertilizante pelo produtor, proporcionará diminuição nos gastos com energia e com adubos químicos para as culturas, além de contribuir com o saneamento da propriedade.

2.5.2 Custo x Benefício do Uso do Biodigestor

Segundo estudo de Kunz (2005), o custo total de um biodigestor de 150 m³ de capacidade gira em torno de R\$ 30 mil reais, ou seja, R\$ 200,00 de investimento por m³, considerando desde os investimentos em estrutura e equipamentos para sua implantação, até as despesas necessárias para o aproveitamento do biogás como fonte de energia térmica. Custos adicionais de biodigestores com dimensão superior a 150 m³ estão disponíveis no inventário tecnológico da EMPRAPA¹⁰ (2005).

Ainda segundo dados da Embrapa (2005), para a produção de biogás, os dejetos devem ser manejados de forma a manter uma concentração adequada de sólidos totais para aperfeiçoar a produção de biogás. O tratamento de dejetos por meio de biodigestores tem inúmeras vantagens, como a eliminação de organismos patogênicos e parasitas, a utilização do metano como fonte de energia, além da estabilização de grandes volumes de dejetos orgânicos diluídos a baixo custo (EMBRAPA, 2009).

Referente a uma fração inerte, que ocupará volume dentro do biodigestor, e não será degradada, existe a possibilidade de uso de um sistema de separação preliminar, que consiste em peneiras com escovas rotativas para fazer esse processo.

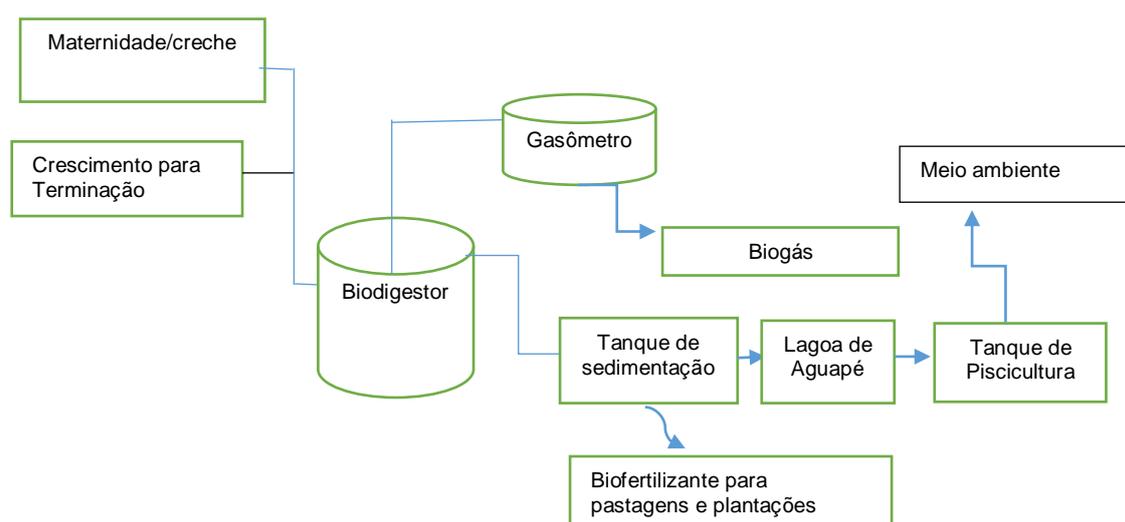
O biodigestor pode reduzir a carga poluente dos dejetos e viabilizar o aproveitamento integral como biofertilizante. Com valor de pH adequado (em torno de 7,5), o biofertilizante funciona como corretor de acidez, eliminando o alumínio e liberando o fósforo dos sais insolúveis de alumínio e ferro, além de que, com a elevação do pH dificulta-se a multiplicação de fungos patogênicos (MANUAL DE BIODIGESTÃO, 2017).

E com o sistema complementar de tratamento, tal como sistemas integrados que facilitam a remoção de da carga poluente, em 99% da demanda Bioquímica de

¹⁰ Que define um valor aproximado de R\$ 155,00 por m³ de câmara de digestão e um tempo de retorno do investimento avaliado em 15 meses.

Oxigênio, e 92% de sólidos totais, e 90% de sólidos voláteis e 90% de nitrogênio e fósforo (EMPRAPA, 2005). Ressalta-se que o sistema complementar (Figura 1) deverá ser composto por um biodigestor, tanque de sedimentação, tanque de algas e uma lagoa de piscicultura, todos ligados em série. Desta forma, removerá os poluentes residuais dos efluentes gerados pelo biodigestor e poderá agregar valor aos dejetos através da criação de peixes¹¹ (BERTO, 2001).

Figura 1. Sistema integrado com o biodigestor.



Fonte: Sistema complementar de tratamento (BERTO, 2011).

Este tipo de sistema integrado fica acoplado ao tanque do biodigestor e receberá as sobras provenientes, sendo que estas ficam armazenadas/retidas em um tanque de sedimentação por um período não inferior a 15 dias, para então após ser utilizada como biofertilizante de culturas. Depois os resíduos são depositados em uma lagoa de aguapé onde permanecem por um período superior a 15 dias e em seguida seguem para um açude ou tanque de piscicultura onde servirão como alimento aos peixes. Destaca-se que a água utilizada nos tanques de criação de peixes é recirculada por um sistema de filtros para remoção de dejetos sólidos e amônia. Entretanto, a viabilização do sistema deve passar por um rígido controle de temperatura, oxigênio dissolvido e metabólitos, principalmente os nitrogenados,

¹¹ Faltam, entretanto, estudos mais apurados sobre as questões sanitárias envolvidas no processo, ou seja, a possibilidade de veiculação de doenças através dos dejetos para os peixes e desses para o homem.

oriundos da alimentação (rações), urina e fezes que podem levar a intoxicação e morte dos peixes (JORDAN et al., 2011).

Conforme dados da Embrapa (2005), para que seja efetivada a implantação de um sistema dessa proporção acoplado ao biodigestor, tem-se um custo estimado em valores reais que gira em torno de R\$ 22,00 m⁻³.

2.6 BIOGÁS

A descoberta do biogás ou "gás dos pântanos" foi no ano de 1667, mas só um século mais tarde que se reconheceu a presença de metano no gás dos pântanos, fato atribuído a Alessandro Volta, em 1776 (CLASSEN et al., 1999).

Já no século XIX, Ulysse Grayon, aluno de Louis Pasteur, realizou a fermentação anaeróbica de uma mistura de estrume e água, a 35 °C, conseguindo obter 100 litros de gás por metro cúbico de matéria. Em 1884, Louis Pasteur, ao apresentar os trabalhos do seu aluno à Academia das Ciências, considerou que essa fermentação poderia constituir uma fonte de aquecimento e iluminação (NOGUEIRA, 1986). Há relatos, segundo Nogueira (1986), de que os primeiros países a utilizarem o processo de biodigestão de forma mais intensa e com finalidade energética foram a Índia e a China, entre as décadas de 50 e 60.

De acordo com a Embrapa (2017, p. 38), o biogás ou o gás metano pode ser definido como:

[...] um gás incolor, altamente combustível, que produz chama azul clara e queima com um mínimo de poluição. É o produto final da fermentação anaeróbica de dejetos animais, de resíduos vegetais e de lixo residencial e industrial, em condições adequadas de umidade. É uma mistura gasosa combustível, de alto poder calorífico, composta basicamente de dois gases, o metano (CH₄), que representa 60-70% restantes da mistura, e o gás carbônico (CO₂) que representa os 40-30% restantes. Outros gases (nitrogênio, N; hidrogênio, H e gás sulfídrico, H₂S) participaram da mistura em proporções menores. A qualidade do biogás é uma função da percentagem de metano da mistura. Quanto maior for a percentagem de metano, melhor será o biogás.

O cheiro proveniente do biogás causa odores desagradáveis devido a emissão de gases fétidos e tóxicos, provenientes da concentração de compostos de enxofre presentes, além de uma pequena, mas não desprezível, presença de bactérias responsáveis pela digestão anaeróbica dos resíduos orgânicos (COELHO, 2008).

É a porcentagem de metano que confere ao biogás um alto poder calorífico, e que este, segundo Barreira (1993), pode variar de 5.0 a 7.0 kcal por metro cúbico. Para Percora (2006), a mistura gasosa produzida pode ser utilizada como combustível, pois tem alto poder calorífico e ainda deixa como resíduo um lodo que é um excelente biofertilizante. Ressalta-se que o metano (CH₄), não tem cheiro, cor ou sabor, mas outros gases presentes no biogás conferem-lhe um ligeiro odor de vinagre ou de ovo podre (LIMA, 2007).

Para que se possa produzir um metro cúbico de biogás, Barreira (1993, p.12) ressalta que:

São precisos 1,8 kg de esterco de suíno; 25 kg de esterco fresco de vaca; 5 kg de esterco seco de galinha; 12 kg de restos de vegetais; 20 kg de lixo. O biogás altamente purificado pode atingir até 12.000 kcal por metro cúbico. Desta forma, um metro cúbico de biogás equivale a: 0,613 litros de gasolina; 0,579 litros de querosene; 0,553 litros de óleo diesel; 0,454 litros de gás de cozinha; 1,536 quilos de lenha; 0,790 litros de álcool hidratado; 1,428 kw de eletricidade.

Pode-se reduzir o metano emitido para a atmosfera através da captura, seguido da queima, isto pode ser feito pela sua simples combustão com o objetivo de prevenir sua emissão. Pode-se também recuperar o metano como fonte de energia evitando-se assim a queima de quantidade equivalente de combustível fóssil. Em ambos os casos o dióxido de carbono é formado. As duas principais alternativas para o aproveitamento energético do biogás são a conversão em energia elétrica e o aproveitamento térmico (PERCORA, 2006).

2.6.1 Conversão do Biogás em energia elétrica

A conversão¹² energética de biogás em energia elétrica pode ser realizada de diversas formas devido aos atuais avanços tecnológicos. O mais apropriado é o motor de ciclo Diesel, pela sua maior robustez e menor custo. A introdução de biogás em motores de ciclo Diesel pode ser obtida mediante duas tecnologias: a otolização e a conversão bicomcombustível diesel/gás. Já motores de combustão

¹² As tecnologias mais utilizadas são as microturbinas a gás e os motores de combustão interna de ciclo Otto. A utilização de microturbinas ainda apresenta custos elevados e o seu tempo de vida útil operando com biogás ainda é baixo (SOUZA; 1995).

interna de ciclo Otto¹³ necessitam de pequenas modificações para poderem utilizar o biogás como combustível (PEREIRA, 2005).

Na ottolização, grandes modificações nos motores são necessárias, pois todo o sistema de injeção de Diesel é retirado e, em seu lugar, instala-se um sistema de carburação do gás ao ar de admissão e o sistema elétrico com velas para a ignição, que passa a ser feita por centelha. Também, são necessárias modificações nos cabeçotes dos motores para a adequação de sua taxa de compressão, já que motores do ciclo Otto trabalham com taxas de compressão inferiores aos motores Diesel (SOUZA, 1995).

Na operação bicomcombustível (diesel e biogás) em motores de ciclo diesel, o gás é introduzido juntamente com o ar na fase de admissão, e a ignição é efetuada por uma pequena injeção-piloto de diesel para proporcionar a ignição por compressão, dando início à combustão do gás que é admitido no cilindro pelo coletor de admissão. Esse sistema apresenta a vantagem de não exigir modificações no motor (OBERT, 1971).

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

A pesquisa caracterizou-se por ser realizada através de uma pesquisa de natureza qualitativa através de métodos não experimentais, uma vez que não foi visada à coleta de dados quantificáveis.

Assim, foi efetuada pesquisa bibliográfica através de consulta a livros, artigos, revistas e internet. Foi utilizado como instrumento de coleta de dados materiais prontos, e depois feito o cruzamento destes.

Quanto à abordagem, foi utilizada uma avaliação qualitativa descritiva, com o objetivo de se analisar a questão dos benefícios do biodigestor na suinocultura, em especial na região oeste do estado, em especial na Agencia de Desenvolvimento Regional de Palmitos/SC.

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, onde foram coletados dados já prontos, e feito a análise desses dados para assim se obter um conteúdo mais

¹³ A maioria dos motores a combustão interna são encontrado na maioria dos automóveis atuais. Este ciclo pode ser aplicado para a fabricação de motores a quatro tempos mais eficientes e menos poluentes.

consistente sobre o assunto, favorecendo fazer apontamentos de como solucionar e de se implantar projetos de biodigestores na região.

Quanto à população em estudo, futuramente pode ser desenvolvido com todos os agricultores que tiverem interesse em instalar biodigestores em suas propriedades.

Através dos procedimentos técnicos utilizados para o alcance dos objetivos, esta pesquisa caracterizou-se como pesquisa bibliográfica, onde Gil (1999, p. 65) a descreve “pesquisa [...] e aquela desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos [...]”.

Ressalta-se que para a realização de uma pesquisa a principal finalidade é reunir documentos de todo o gênero (SILVA, 2003).

4 ANALISE DOS DADOS

A seguir são apresentados os modelos de biodigestores que são mais utilizados, bem como sua funcionalidade e a maneira de como são produzidos/feitos. Apresenta ainda o modelo que foi desenvolvido pela Marinha Brasileira, no qual em relação a custo benéfico é o mais indicado para a região oeste, em especial na Regional de Palmitos/SC.

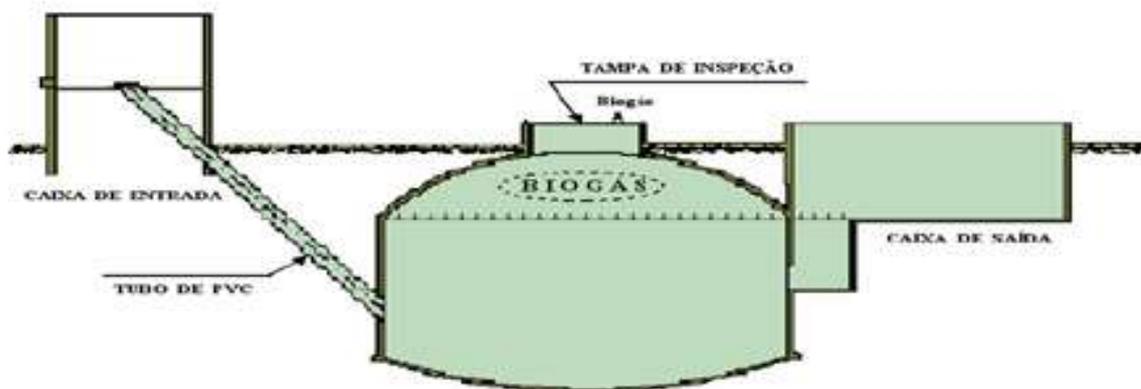
4.1 MODELO CHINÊS

Este biodigestor funciona com base no princípio de prensa hidráulica, de modo que o aumento de pressão em seu interior, devido ao acúmulo de biogás, resultará em deslocamento do efluente da câmara de fermentação para a caixa de saída, e em sentido contrário quando ocorre a descompressão (DEGANUTTI et al., 2002).

É constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos. Neste tipo de biodigestor, uma parcela de gás formado na caixa de saída é libertada para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás. Não são utilizadas para instalações de grande porte (DEGANUTTI et al., 2002).

Este tipo de biodigestor se adapta facilmente a pequenas propriedades rurais, o que pode evidenciado na figura 02.

Figura 02: Modelo Chinês de biodigestor.



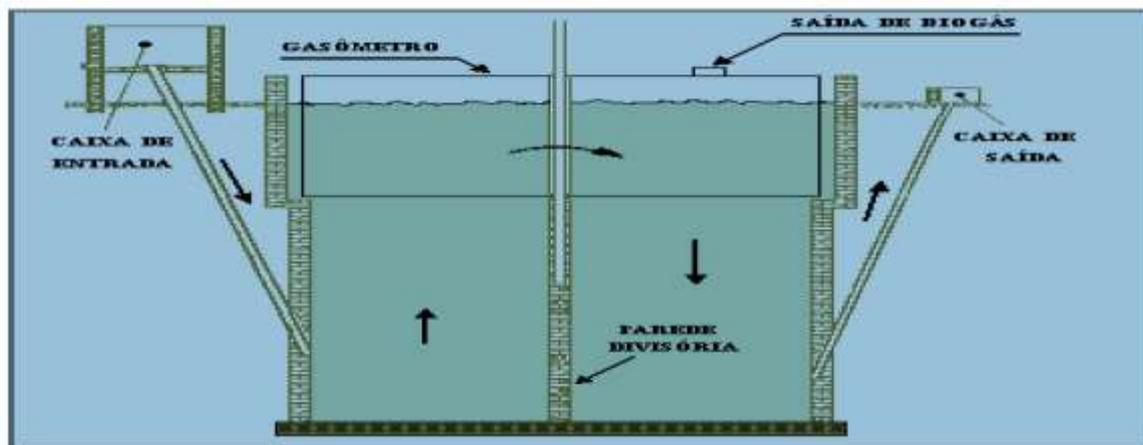
Fonte: Deganutti et al. (2002).

Este tipo de biodigestor é formado por uma câmara cilíndrica em alvenaria para fermentação, com teto impermeável, destinado ao armazenamento do biogás. Destaca-se que o substrato deve ser fornecido continuamente, em uma quantia em torno de 8% para evitar entupimentos. Cabe salientar que o modelo Chinês é semelhante ao Indiano.

4.2 MODELO INDIANO

Este tipo de biodigestor (Figura 3) possui uma campânula como gasômetro, e uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras. Sendo que na medida que o volume de gás produzido não é consumido de imediato, o gasômetro tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume deste, e mantém a pressão em seu interior constante. Sendo que a função da parede divisória é fazer com que o material circule por todo o interior da câmara de fermentação. O fato de o gasômetro estar disposto ou sobre o substrato d'água reduz as perdas durante o processo de produção de gás (DEGANUTTI et al., 2002).

Figura 03: Modelo Indiano de biodigestor.



Fonte: Deganutti et al. (2002).

O resíduo utilizado para alimentar o biodigestor não pode ser superior a 8% visando facilitar a circulação do resíduo pelo interior da câmara de fermentação e evitar entupimentos dos canos de entrada e saída do material. Para este modelo o abastecimento deve ser contínuo (DEGANUTTI et al., 2002).

4.3 MODELO DA MARINHA BRASILEIRA

Este tipo de biodigestor foi desenvolvido na década de 70 pelo Instituto de Pesquisa da Marinha do Brasil (IPQM), apresenta uma base quadrangular, com paredes revestidas por lona impermeável e uma cúpula de lona preta também impermeável. É um modelo mais raso e longo, o que lhe garante uma maior produtividade de gás por massa fermentada (SOUZA; PEIXOTO; TOLEDO, 1995).

Esse modelo de biodigestor é o mais indicado para projetos industriais e agroindustriais por ser versátil ao uso de diferentes resíduos orgânicos, e por ser capaz de armazenar grande quantidade de resíduos passíveis a fermentação anaeróbica, produzindo assim uma grande quantidade de biogás e estabilizando os dejetos que podem ser utilizados como biofertilizantes (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

Figura 04: Modelo de biodigestor da Marinha Brasileira.



Fonte: Oliveira e Higarashi (2006).

Sua utilização encontra maior barreira no que diz respeito ao espaço físico disponível para a instalação, o que se deve a pequena profundidade efetiva, necessitando de uma grande área superficial para que se consiga armazenar grande quantidade de resíduos. Não há paredes divisórias, o que simplifica sua construção (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

Este modelo é o mais difundido no Brasil devido ao aperfeiçoamento da manta impermeável que passou a ser confeccionada em Policloreto de Vinila (PVC), o que confere um menor custo e maior facilidade de instalação. Outra vantagem é que o mesmo pode ser utilizado em pequenos como em grandes projetos (MANUAL DE BIODIGESTÃO, 2017).

Devido à utilização da manta como gásômetro, que confere uma baixa pressão à mistura gasosa, a distância máxima do ponto de consumo não deve ser superior a 50 metros, sendo que se for necessário uma maior pressão, é recomendado o uso de um compressor (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

4.4 MODELO CANADENSE

Segundo Deublein apud Steinhauser (2008), é um modelo tipo horizontal, apresentando uma caixa de carga em alvenaria com a largura maior que a profundidade, possuindo, portanto, uma área maior de exposição ao sol, o que possibilita grande produção de biogás, evitando o entupimento. Durante a produção de biogás, a cúpula do biodigestor infla porque é feita de material plástico maleável

(PVC), podendo ser retirada. Este modelo de biodigestor é mais recente e apresenta tecnologia moderna e avançada (muito parecido com o da Marinha), porém menos complexa e com menor durabilidade.

Figura 5: Modelo Canadense de biodigestor.



Fonte: Souza (2009).

Possui construção simplificada do tipo horizontal com câmara de biodigestão escavada no solo e com gasômetro do tipo inflável feito de material plástico ou similar, o que permite ter maior durabilidade. No biodigestor de fluxo tubular o biogás pode ser enviado para um gasômetro separado, permitindo maior controle. Embora o biodigestor modelo Canadense apresente a vantagem de ser de fácil construção, possui menor durabilidade, como no caso da lona plástica perfurar e deixar escapar gás (SOUZA, 2009).

3 CONCLUSÃO

Ao desenvolver esta pesquisa bibliográfica, buscou-se identificar formas de como utilizar os biodigestores visando a fermentação dos dejetos de suínos, e assim transmitir posteriormente esse conhecimento às propriedades rurais do município de abrangência da Agencia de Desenvolvimento Regional de Palmitos/SC.

Também, buscou-se demonstrar que a utilização de biodigestor acoplado a um sistema de recirculação pode ser utilizado como solução ao problema dos dejetos dos suínos, oportunizando a geração de energia, proporcionando menores índices de emissões de gases poluentes desde que não se contrarie a instrução normativa da FATMA (IN-11).

Conforme Jordan et al. (2011), no Sistema Integrado com recirculação de

água para peixes os resultados obtidos demonstram a viabilidade da produção de peixes e hortaliças de uma forma mais sustentável no que se refere ao uso da água, através da recirculação, tratamento e reutilização da mesma.

Destaca-se que a redução do impacto ambiental para a criação de suínos passa necessariamente pela implantação de tecnologias que agreguem geração de ativos econômicos e que minimizem o impacto causado pelos dejetos de suínos, além da possibilidade de uso do biofertilizante como adubo orgânico. Este fato permite contribuir de maneira significativa para a redução na emissão de gases de efeito estufa (GEE), que por sua vez está relacionado ao aumento da concentração de gases como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). Evidencia-se que o metano é muito mais efetivo que o dióxido de carbono na absorção da radiação solar, maximizando o efeito estufa.

Conforme Oliveira et al. (2003), estudos relacionados a qualidade do ar na época já indicavam que as emissões dos dejetos de suínos têm alto potencial de afetar negativamente a qualidade regional e até global. Destaca-se que o grande desafio para a suinocultura em regiões com alta concentração de animais é reduzir a emissão dos GEE, bem como a geração de receita advinda da adoção do sistema de tratamento dos dejetos. Enfatiza-se que a região oeste é um polo da produção suinícola, e o uso de biodigestores torna-se relevante em função do supracitado, tanto em grandes quanto em pequenas propriedades rurais.

Referente ao tipo de biodigestor, destaca-se que devido ao aperfeiçoamento da manta impermeável confeccionada em Policloreto de Vinila (PVC), o da Marinha Brasileira apresenta-se como favorável, pois confere um menor custo, sendo de fácil instalação e ser capaz de armazenar grande quantidade de resíduos passíveis de fermentação anaeróbica, produzindo grande quantidade de biogás e estabilizando os dejetos que podem ser utilizados como biofertilizantes.

O estudo demonstra ainda que dentre os modelos apresentados, o modelo Europeu também pode ser utilizado, pois apresenta tecnologia moderna e avançada, entretanto, o tipo inflável feito de material plástico não garante durabilidade.

Conforme dados retirados da pesquisa, ressalta-se que é viável a construção de um biodigestor na propriedade, pois os custos ficam em torno de R\$ 150 m^{-3} . Referente aos benefícios do biodigestor, cabe destacar que este sistema trabalha com grande quantidade de sólidos biodegradáveis, possui fácil eliminação de organismos patogênicos e parasitas, utilização do metano como fonte de energia,

além da estabilização de grandes volumes de dejetos orgânicos diluídos a baixo custo, e além de produzir gás, ameniza o impacto dos resíduos e gera fertilizantes para serem utilizados ou vendidos no comércio. Além de ser importante para o saneamento da propriedade, pois o processo de digestão anaeróbica promove a redução da carga orgânica, convertendo o carbono presente na matéria orgânica em metano (combustível). Pode ainda agregar valor na venda de fertilizante, além de que, quando acoplado ao sistema integrado, gerar mais ganho com a piscicultura.

O uso do biodigestor pode gerar uma renda extra, pois é um excelente método de tratamento de resíduos, que propicia um desenvolvimento sustentável, favorecendo ainda os afluentes da região, pois os resíduos passam a ser menos poluentes. Outro ponto importante é que se pode gerar energia elétrica a partir do biogás acrescentando receita aos produtores. Sendo que a geração de energia a partir de dejetos de suínos contribui para diminuir os índices de emissões de gases poluentes, e incentivo à atividade econômica.

Referente aos créditos de carbono podem advir da transformação do metano em gás carbônico pelo uso do biodigestor, conforme dados da Revista Vida Simples, é uma medida que permite às indústrias e nações reduzirem seus índices de emissão de gases do efeito estufa por um sistema de compensação. Funciona assim: conforme o Protocolo de Kyoto, as nações industrializadas devem reduzir suas emissões de gases do efeito estufa, os governos calculam quanto precisam diminuir e repassam essa informação às indústrias do país, estabelecendo uma cota. Estas podem adotar medidas de eficiência energética para atingir suas metas ou ir ao mercado e comprar créditos de carbono. Destaca-se que um crédito de carbono equivale a 1 tonelada de dióxido de carbono.

A compensação ocorre pela indústria que não vai conseguir reduzir suas emissões, e tem que comprar esse "bônus" de terceiros. Destaca-se que para uma ter direito a vender créditos de carbono, precisa contribuir para o desenvolvimento sustentável e adicionar alguma vantagem ao ambiente, seja pela absorção de dióxido de carbono (no caso em estudo biodigestores), seja por evitar o lançamento de gases do efeito estufa na atmosfera. Assim, a quantidade de gás carbônico que ela retirar ou deixar de despejar na atmosfera é que pode ser convertida em créditos de carbono. Do total desses créditos disponíveis para venda no mercado, 15% vêm do Brasil.

Ainda segundo o Portal Brasil, o cálculo da redução de emissões de gases

de efeito estufa (GEE) é medida em toneladas de dióxido de carbono equivalente – t CO₂ equivalente. Cada tonelada de CO₂ reduzida ou removida da atmosfera corresponde a uma unidade emitida pelo Conselho Executivo do MDL, denominada de Redução Certificada de Emissão (RCE). A ideia do MDL é que cada tonelada de CO₂ não emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento possa ser negociada no mercado mundial por meio de Certificados de Emissões Reduzidas (CER).

Considerando o supracitado, o uso do biodigestor é uma alternativa viável para o tratamento dos dejetos de suínos, pois gera uma fonte de energia renovável e sustentável, além de ser uma solução para minimizar a pressão ambiental da atividade, que é considerada pelos órgãos ambientais uma “atividade potencialmente causadora de degradação ambiental”, sendo enquadrada como de grande potencial poluidor.

Conforme Grazybownski (2007), há benefícios pela produção de metano, pois se trata de um gás de elevado teor calorífico, que permite a recuperação de subprodutos úteis pela aplicação como biofertilizante em culturas agrícolas.

Conclui-se, portanto, que a suinocultura vem se desenvolvendo cada vez mais, principalmente na região oeste de Santa Catarina, porém, se manejada de maneira inadequada, causa ao meio ambiente degradação e poluição do solo, água e ar. É preciso, portanto, que se crie o hábito de utilizar biodigestores nas propriedades visando agregar valor e estar em harmonia com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.A.N. **Biodigestores Rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade**. Campinas, 2002.

ABIPECS – Associação Brasileira das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Carne Suína. Relatório Anual 2004. Disponível: http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatoriosassociados/ABIPECS_relatorio_2004_pt.pdf. Acesso: 27 de janeiro de 2017.

BARRERA, Paulo. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. São Paulo: Ícone, 1993.

BERTO, J.L. Balanço de nutrientes em uma sub-bacia com concentração de suínos e aves como instrumento de gestão ambiental. 2004. 198 f. **Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BONETT, L.P.; MANTELLI, C.J. (Ed.). **Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde** – coleção 500 perguntas, 500 respostas. 2º ed., ver. Embrapa Suínos e Aves – Concórdia – SC, Embrapa PSI – Brasília – DF, 1998.

BRÜSEKE, Josef F. **O problema do desenvolvimento sustentável**. in: Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável. CAVALCANTI, Clóvis (org.) São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

CLEAN ENERGY. **Biogás – Parte 1**. Disponível em: <<http://cleanenergy.blogspot.com/2004/11/obiogsparte-1-introduo-o-biogs-tem.html>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

COELHO, S. T. et al. **A conversão da fonte renovável biogás em energia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (CBPE), 5., 2006, Brasília. Anais... Brasília: V CBPE, 2006.

CARDOSO, A.L.M. **Trajetórias da Questão Ambiental Urbana: da Rio 92 às Agendas 21 locais**. R. paran. Desenv, Curitiba, n. 102, p.51-69, jan./jun. 2002.

CHEIDA, L. E., **Manual de Gestão Ambiental na Suinocultura**. PNM II: Gestão Integrada de Ativos Ambientais – Paraná. Curitiba. 2004.

CLASSEN, P.A.M; Lier, J.B.; STAMRS, A.J.M. **Aproveitamento da biomassa para o fornecimento de energia transportador**. Microbiologia aplicada e biotecnologia, V.52, Atica: RJ, 1999.

DEGANUTTI, A.; PALHOCI, D.; ROSSI, L; TAVARES, R, et al. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada**. In: 40 encontro de energia meio rural. São Paulo, 2002. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. UNESP. São Paulo, 2002.

DEULEIN, L. apud STEINHAUSER, B. (2008). Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/91998402/suinocultura-sustentavel-produção-de-bionergia-a-partir-de-dejetos-biodigestor>. Acesso dia 10 de janeiro de 2017.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002.

EMBRAPA. **Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico**. Concórdia: 2009.

EMBRAPA. **Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico**. Concórdia: EMBRAPA: 2005.

EMBRAPA. Biodigestores: solução para produção de biogás a partir de resíduos de suínos e aves. Disponível no site: <www.embrapa.br> acesso em 01 de fevereiro de 2017.

EMBRAPA. **Sistemas de tratamento de dejetos suínos**: inventário tecnológico. Concórdia: EMBRAPA: 2005.

EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA. Florianópolis, 1995.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de Biodigestor em Pequenas e Médias Propriedades Rurais com Ênfase na Agregação de Valor**: Um Estudo de Caso na Região de Toledo-PR, 2003. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia de produção e sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2003.

GELLER, H. (2003) **Revolução Energética**: Política para um Futuro Sustentável. Rio de Janeiro: Editora Relume Dumará, 2003.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUIVANT, J.S; MIRANDA, C.R. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar**. Editora Argos, Chapecó – SC, 2004.

GRZYBOWSKI, Nelson. **Créditos de Carbono & Suinocultura**. s/d. Disponível em: Acesso em: 10 de março de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Senso Cidades. 2005 Disponível em: http://www.ibge.gov.br_IBGE_cidades@. Acesso em: 08 de fevereiro de 2017.

IBAMA. Lei nr. 9605 de 12 de fevereiro de 1998 de Crimes Ambientais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em 20 de março de 2017.

JORDAN, R. A.; CORTEZ, L. A. B.; BALDASSIN JR, R.; NEVES FILHO, L. C.; SILVEIRA JR, V.; SCORVO, J. D.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; RIGOLINO, M. G.; TABATA, Y. A. **Bomba de calor de duplo efeito térmico aplicada em um sistema com recirculação de água para a criação de peixes tropicais e de águas frias. Anais do XII Congresso Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação, Aquecimento e Tratamento do Ar**. São Paulo, SP. 20 a 23 de setembro de 2011, p. 207- 221, 2011.

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

LERÍPIO, A.A.; SELIG, P.M. (Org). **Curso de Capacitação em Controle da Gestão Ambiental**: para Analistas de Controle Externo do Tribunal de Contas da União. Florianópolis: LED-LGQA, 1998.

LIMA, M. O. M. S. V., **Manual de Gestão Ambiental na Suinocultura**. PNM II – Gestão Integrada de Ativos Ambientais – Paraná. Curitiba. 2004.

LIMA, Paulo César Ribeiro. Biogás da suinocultura: Uma importante fonte de geração de energia. Biblioteca digital da Câmara dos Deputados. Brasília, DF. 2007. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>> Acesso em: 03 março de 2017.

MANUAL DE BIODIGESTÃO. Disponível em <www.minrock.net/>. Acesso em 12 de fevereiro de 2017.

MOREIRA, A. I. Lesões de linfadenite suína e destino das carcaças. Jun. 2008. Disponível:

<<http://www.qualittas.com.br/documentos/Lesoes%20de%20Linfadenite%20-%20Alexandre%20Ilha%20Moreira.PDF>>. Acessado em: 23 fevereiro de 2017.

NOGUEIRA, L.A.H. – **Biodigestão, a alternativa energética**. Editora Nobel, São Paulo, 1986.

OBERT, E. F. **Motores de Combustão Interna**. Porto Alegre - RS: Globo, 1971.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M., Unidade de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos. Projeto de controle da degradação ambiental decorrente da suinocultura em Santa Catarina. EMBRAPA. Jun. 2006. Disponível em: <WWW.cnpsa.embrapa.br>. Acessado em: 06 de março de 2017.

OLIVEIRA, P.A.V. de, HIGARASCHI, MM., NUNES, M.L.A. **Efeito estufa**: suíno cultura industrial, v.25, n.7, p.16-20, 2003.

OURIVES, J.M.S. **Termo de Ajustamento de Conduta na Suinocultura**. Monografia (Bacharelado em Direito) – Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Editora Argos, Chapecó – SC, 2005.

PEREIRA, B. D.; MAIA, J. C. de S. Camilot, Rosalina. Eficiência técnica na suinocultura: efeitos dos gastos com meio ambiente e da renúncia fiscal. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Abr. 2008, vol.12, no.2, p.200-204. ISSN 1415-4366. Disponível Hm:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662008000200013&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 18 de janeiro de 2017.

PERTILE, N. **Marcas da “integração” na agricultura familiar de Quilombo, SC**. 190 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001.

PERCORA, Vanessa. **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. 153 f. Dissertação (Mestrado. em Energia) - Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

PEREIRA, R. H. **Geração Distribuída de Energia Elétrica**: Aplicação de Motores Bicomcombustível Diesel/Gás Natural”, In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador – BA, 2005.

Portal Brasil <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/04/entenda-como-funciona-o-mercado-de-credito-de-carbono>. Acesso dia 05 de abril de 2017.

PERDOMO, C, C. **Produção de suínos e meio ambiente**. In: Seminário Nacional de desenvolvimento da suinocultura. Anais. 9. Gramad: CNPSA, 2001.

Revista Vida Simples - 30/10/2007
http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo_260001.shtml
 Acesso em 11 de abril de 2017.

SCHOROEDER C.M., ZHAO C., DEBROY C., TORCOLINI J., WAGNER D.D., MCDERMOTT P.F.R., WALKER D. & MENG J. 2002. **Resistência antimicrobiana de Escherichia coli O157 isolada de humanos, bovinos, suínos e alimentos**. Appl. Environ. Microb.68: 576-581.

SEGANFREDO, M. A. A poluição por dejetos de suínos, o aspecto econômico e o direito público. **Revista Pork World**, São Paulo, n. 9, 2002.

SILVA, F. M., et al. **Desempenho de um aquecedor de água a biogás**. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP, vol. 25, no3, set./dez, 2005.

SILVA, Antônio Carlos Ribeiro da. **Metodologia da pesquisa**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SOBESTIANSKY, J. et al. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Embrapa Suínos e Aves (CNPSa) Concórdia – SC, Embrapa (SPI) Brasília –DF, 1998.

SOUZA, J. S. I.; Peixoto, A. M. Toledo, F. F. **Enciclopédia Agrícola Brasileira**, 2009.

SOUZA, J. S. I.; Peixoto, A. M. C. Toledo, Alves. **Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura**. Acta Scientiarum, v.26, 1995.

TAKITANE, I. C.; SILVA, T. N.; WILK, E. de O. Sustentabilidade, competitividade e gestão ambiental no sistema de produção de suínos -uma discussão interdisciplinar. In: V Encontro Nacional de Economia Ecológica, 2003, Caxias do Sul. v.1. 1-15. 2010. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/v_en/Mesa4/4.pdf.. Acesso em 24 de fevereiro de 2017.

USDA. Em 2006, Brasil permanece líder nas exportações de carne. Revista Suinocultura Industrial. (2007) p. 01 Redação 31-03-06. Disponível em: <http://nftalliance.com.br/noticias/suinos/brasil--o-quarto-maior-produtor-e-exportador-mundial-de-carne-suna>. Acesso dia 13 de abril de 2017.