

Viabilidade de utilização do biogás na agroindústria de Cacoal/RO

Paula Duarte Silva Miotti (UNIR) pauladmiotti@gmail.com
Alan Antonio Miotti (ULBRA) alan@unesnet.br
Juander Antônio de Oliveira Souza (UNIR) juander@unir.br

Resumo:

A necessidade do uso de fontes alternativas de energia passa a ter um crescimento exponencial em todo o mundo. O aproveitamento da biomassa residual oriunda das atividades agrícolas e pecuárias se destaca devido a grande quantidade de resíduos descartados diariamente nas propriedades, estes com alto potencial para geração de biogás. Assim, o uso de biodigestores, para o aproveitamento da biomassa, torna-se uma excelente fonte de geração de energia, que a partir do processo de biodigestão anaeróbia da matéria orgânica, produz em sua composição final uma quantidade significativa de gás metano, com alto poder calorífico, passível de ser utilizado como fonte geradora de energia e um conteúdo residual, o biofertilizante, agregando valor e reduzindo os custos nas propriedades. O objetivo geral desse trabalho é apresentar por meio de uma pesquisa de campo os benefícios econômicos obtidos pelo uso desses resíduos. Esta pesquisa é classificada quanto aos objetivos como descritiva, como também exploratória, com abordagem qualitativa e quantitativa, de natureza básica e o método a ser utilizado será o dedutivo. Com relação aos aspectos éticos, os pesquisados foram devidamente consultados e informados sobre o presente trabalho e ainda preservados suas identidades. Os resultados desse estudo se mostraram satisfatórios quanto à relação custo-benefício da utilização da tecnologia de biodigestão na agroindústria.

Palavras chave: Agroindústria, Biogás, Biodigestor.

The use of biogas feasibility in agribusiness Cacoal/RO

Abstract

The need for the use of alternative energy sources replaced by an exponential growth worldwide. The use of residual biomass derived from agricultural and livestock activities stands out due to the large amount of waste discarded daily in the properties, these high potential for biogas generation. Thus, the use of digesters, to use the biomass, an excellent source of energy generation becomes that from the anaerobic digestion process of organic matter, produces a final composition a significant amount of methane gas with high calorific power, which can be used as a source of energy and a residual content, biofertilizers, adding value and reducing costs in the properties. The aim of this study is to present through a field research the economic benefits achieved by the use of such waste. This research is classified as descriptive as the objectives, as well as exploratory, with qualitative and quantitative approach, basic in nature and the method to be used is deductive. Regarding the ethical aspects, respondents were properly consulted and informed of this work and still preserved their identities. The study results were satisfactory regarding the cost-benefit of using digestion technology in agribusiness.

Key-words: Agribusiness, Biogas, Biodigester.

1. Introdução

Segundo a Companhia Energética de Minas Gerais (2012) anualmente, o Brasil libera muitas toneladas de metano para a atmosfera, causando poluição, principalmente em decorrência do setor agrícola e da decomposição de resíduos urbanos e industriais. Em relação aos resíduos, a recuperação desse metano para a produção de energia por meio da queima de biogás não só mitigaria o problema, como transformaria o que seria uma preocupação ambiental em algo de valor econômico.

Para Oliveira (2009) o desenvolvimento e implementação de processos sustentáveis capazes de converter a biomassa em vários produtos com valor agregado é uma necessidade, que aproveita os diversos resíduos agroindustriais e geram menor impacto ambiental. A destinação e o tratamento correto dos dejetos é um problema encontrado por diversos sistemas de produção, que quando manejados de forma inadequada, além de afetarem negativamente o meio ambiente, trazem prejuízos à saúde da sociedade e maiores custos administrativos a organização.

Como forma de desenvolvimento sustentável, o uso de energias renováveis é uma alternativa tecnológica capaz de gerar ótimos resultados. Melhora a gestão dos recursos econômicos da propriedade, evita problemas ambientais e de saúde humana, contribui para a estabilização dos níveis de consumo dos recursos naturais e soluciona problemas de abastecimento energético mundial (Gaspar, 2003).

Barichello (2010) destaca que as necessidades do uso de fontes alternativas de energia passaram a ter um crescimento exponencial em todo o mundo. Assim, o uso de biodigestores, para o aproveitamento da biomassa, torna-se uma excelente fonte de geração de energia a partir do processo de biodigestão anaeróbia da matéria orgânica, que obtém em sua composição final uma quantidade significativa de gás metano, com alto poder energético, passível de ser utilizado como fonte geradora de energia e ainda aproveitando o potencial fertilizante do conteúdo residual, agregando valor ao mesmo e diminuindo os custos.

Para Costa (2012) a geração de energia obtida a partir de resíduos dentro das propriedades rurais e/ou industriais está fazendo com que sistemas produtivos sejam autossuficientes energeticamente. O excedente de gás produzido ainda pode ser vendido e obtido créditos de carbono a organização, garantindo impactos positivos e atrativos tanto de forma ambiental quanto social e econômica.

Sendo assim, este trabalho tem como foco destacar a viabilidade econômica do uso de uma tecnologia biodigestora, que utiliza do tratamento anaeróbio de dejetos suínos e bovinos presentes numa propriedade rural, para a geração de energia térmica em substituição ao gás liquefeito de petróleo (GLP ou gás de cozinha), carvão e/ou lenha.

Neste sentido, o biodigestor apresenta-se como uma fonte alternativa e limpa de geração de energia que utiliza de diversas fontes residuais e garante maior vantagem econômica. Pode ser utilizado como fonte geradora de energia elétrica e térmica, que substitui o gás liquefeito de petróleo e lenha em diversos sistemas produtivos, reduz os cortes de madeira e obtém biofertilizante, contribuindo para uma ascendente viabilidade econômica (OLIVEIRA, 2009).

2. Referencial teórico

2.1 Biodigestor

Segundo Barichello (2010) o biodigestor é um equipamento no qual ocorre a fermentação controlada da matéria orgânica, proporcionando a redução do impacto ambiental e a geração de combustível a um baixo custo.

Para Oliveira (2009) o biodigestor é definido como uma câmara de fermentação ou tanque, com formato geralmente circular, construído abaixo do nível do solo visando minimizar as variações de temperatura, que em certos casos podem levar à interrupção do processo de fermentação e conseqüentemente à paralisação na produção do gás.

Barichello (2010) explica que para o funcionamento do biodigestor os dejetos são enviados para dentro do tanque, onde estará presente uma grande quantidade de microrganismos que irão fermentar toda a matéria orgânica presente no resíduo. Comastri Filho (p. 13, 1981) acrescenta que vários fatores como a quantidade de matéria seca, concentração de nutrientes, pH, temperatura e outros influenciam na atividade bacteriana interferindo na eficiência do processo.

Oliveira (2009) descreve que o processo de digestão anaeróbica refere-se à degradação e estabilização da matéria orgânica com conseqüente formação de metano, produtos inorgânicos (dióxido de carbono) e biofertilizantes (matéria orgânica estabilizada).

São vários os tipos de biodigestores, mas, em geral, todos são compostos basicamente por dois componentes: um recipiente para abrigar e permitir a digestão da biomassa; e um gasômetro (campânula), para armazenar o biogás (GASPAR, 2003).

Atualmente, existe uma ampla gama de modelos de biodigestores, sendo cada um adaptado a uma realidade e uma necessidade e depende de parâmetros como: a quantidade e tipo de dejetos disponível, a necessidade de energia, a necessidade de fertilizante e ainda da necessidade de tratamento desses dejetos (DEGANUTTI et al., 2002).

2.2 Biogás

Para Barichello (2010) todo material orgânico que pode ser aproveitado como fonte de energia como, lenha, carvão, óleos vegetais, cana-de-açúcar, beterraba, lixo, dejetos orgânicos, entre outros, são chamados de biomassa, pois atua num processo cíclico de maneira renovável.

Comastri Filho (p. 23, 1981) aponta que todos os materiais de origem orgânica podem servir como substratos para um biodigestor. Cada matéria prima ou fonte de resíduo possui um potencial diversificado de geração de biogás.

Deganutti et al. (2002) e Gaspar (2003) afirmam que o biogás tem formação comum na natureza encontrado em locais onde a celulose sofre uma decomposição natural e que em condições adequadas de umidade sofre o processo de digestão anaeróbica. Neste processo, o produto resultante da fermentação anaeróbia, é formado basicamente por uma mistura de gases contendo principalmente metano, dióxido de carbono e proporções menores de gás sulfídrico e nitrogênio.

Segundo Barichello (2010) o biogás é um composto inflamável devido ter em sua composição o metano. É um subproduto do processo da biodigestão e atinge somente de 4 a 7% do peso da matéria orgânica inicial utilizada. É resultado da fermentação do material orgânico presente em dejetos animais, resíduos vegetais, lixos orgânicos, efluentes industriais, restos frigoríficos, lodo de esgoto, entre outros, em condições adequadas para sua produção (OLIVEIRA, 2009).

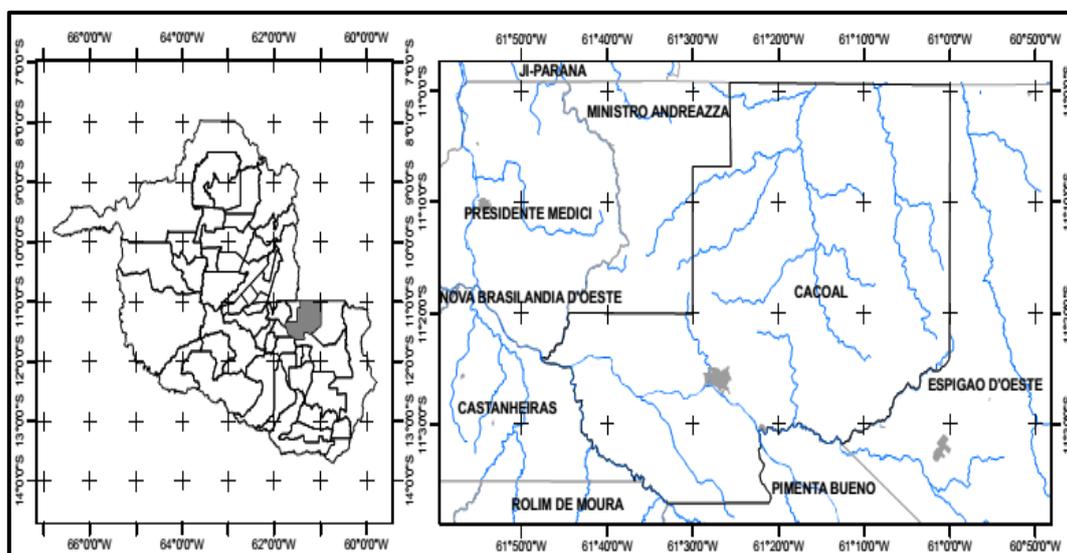
Segundo Royo (2011) as vantagens de utilizar o biogás como fonte energética apresenta-se sob diversas formas, sendo que do ponto de vista ambiental, seu uso é defendido em virtude do mesmo ser menos poluente a atmosfera, desacelerando o processo de aquecimento global e ainda em substituição da lenha auxilia no combate ao desmatamento; do ponto de vista agrícola, contribui para a substituição dos derivados combustíveis a base de petróleo,

utilização de resíduos para adubos orgânicos - biofertilizante, redução de emissões de fumaça; do ponto de vista sanitário, os dejetos de humanos ou animais seriam coletados e armazenados em biodigestores o que diminuiria o foco de microrganismos patogênicos.

Com isso, deve-se notar que de acordo com Bley Jr. (2015) o biogás resulta em duas significativas vantagens, uma direta, ligada ao fator gerador de energia, tanto térmica, elétrica e automotiva podendo ser vendido o excedente; e outra indireta, pelo fato de reduzir as emissões de gases do efeito estufa, minimizando o processo de aquecimento global.

3. Metodologia

O campo de ação dessa pesquisa foi realizado no município de Cacoal, situado na região Centro-Leste do estado de Rondônia, localizado a uma latitude $11^{\circ} 26' 19''$ sul e uma longitude $61^{\circ} 26' 50''$ oeste, a uma altitude de 200 metros. Na Figura 1 é apresentada a localização do município de estudo.



Fonte: Autora

Figura 1 - Localização do município em estudo - Cacoal/RO

Para realização do presente trabalho foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica acerca do referido tema, buscando adquirir o conhecimento literário sobre o problema observado. Por considerar relevante simular teoricamente a relação custo-benefício do uso dessa tecnologia, foi realizado um estudo de caso, previamente autorizado pelo responsável, com registros fotográficos em toda área envolvida e aplicação de uma entrevista com perguntas relacionadas ao tema, a fim de estimar por meio do quantitativo de resíduos o biogás produzido e suas possibilidades de uso. A unidade escolhida foi uma agroindústria de queijos localizada numa propriedade rural na cidade de Cacoal/RO, devido ao interesse do responsável pelo tema.

Durante a entrevista, foram levantados dados como: os resíduos disponíveis na localidade para serem utilizadas como biomassa para o biodigestor, quais as atividades desenvolvidas na propriedade, quantidade de animais, os custos relativos à matéria-prima, energia, e outros. Com a obtenção desses dados, foi possível verificar a necessidade energética térmica diária da propriedade e por meio da equivalência entre o gás liquefeito de petróleo – GLP e o biogás, estimar seu quantitativo a fim de suprir a necessidade.

Após a obtenção dos dados, os mesmos foram registrados e tratados por meio de gráficos, planilha eletrônica e calculadora. Com o propósito de determinar o potencial gerador de

biogás, tendo como base os dados obtidos em pesquisa bibliográfica e o quantitativo de animais presentes na propriedade, a capacidade de produção diária de biogás foi determinada com base na fórmula utilizada por Oliveira (2009) adaptando-a para a seguinte equação:

$$V = (Q_{\text{bovina}} \times N_b \times F_b) + (Q_{\text{suína}} \times N_s \times F_s)$$

Sendo:

V: o volume de biogás produzido diariamente;

Q_{bovina}: a quantidade de dejetos produzida por cabeça bovina, média de 10 kg;

N_b: representa o número de bovinos;

F_b: o fator de conversão da matéria orgânica bovina em biogás, que representa 0,04 m³/kg;

Q_{suína}: a quantidade de dejetos produzida por cabeça suína, média de 2,25 kg;

N_s: representa o número de suínos;

F_s: o fator de conversão da matéria orgânica suína em biogás, que representa 0,083 m³/kg.

Para tanto, verificada a necessidade diária de biogás como a capacidade de geração do mesmo, com o intuito de apurar a relação custo-benefício do sistema, foi definido um modelo de biodigestor, já aplicado e recomendado por Mattos e Farias Júnior (2011). O modelo é inspirado no modelo indiano, porém adaptado à realidade local de instalação, que utiliza de materiais facilmente disponíveis em todas as lojas de construção civil e de baixo investimento.

Segundo os autores, o modelo utiliza da mesma tecnologia empregada nas cisternas de placas largamente difundidas na Região Semiárida Brasileira. Neste presente trabalho, esse modelo será designado como modelo de Biodigestor Sertanejo. Ainda, Mattos e Farias Júnior (2011) acrescentam que essa tecnologia de biodigestão se adaptou bem ao tipo de propriedade rural e no local onde foi instalado revelou-se economicamente viável.

Com isso, utilizando do modelo já testado e aprovado, foi realizada uma consulta junto às empresas fornecedoras dos materiais necessários para a construção do biodigestor e obtido os custos relativos à aquisição para cada item, assim como o custo referente a edificação.

Obtidos os custos que envolvem a implementação e manutenção da planta de biodigestão, os resultados encontrados diante do estudo de caso foram interpretados, correlacionados com as informações colhidas na revisão bibliográfica e assim calculados e analisados o custo-benefício do investimento e o tempo de retorno do capital, se investido, através de técnicas como, Payback.

Em relação aos aspectos éticos os responsáveis pela agroindústria foram devidamente consultados e informados sobre o presente trabalho de pesquisa, como também preservados sua identidade, salvo os nomes devidamente autorizados ou mencionados na fonte de pesquisa.

4. Resultados e discussão

A fim de verificar a relação custo-benefício do uso dessa tecnologia, foram analisados quais os custos relacionados com a implantação do mesmo, como o capital investido e manutenção, assim como apurar o retorno econômico.

A primordial razão para o projeto de implantação dessa tecnologia se deu em função da adequação da agroindústria as normas sanitárias de produção. Em função disso, a análise feita se dará considerando a redução com os custos relativos ao gás liquefeito de petróleo - GLP

utilizado na agroindústria, onde reflete o principal custo do processo, como também a atividade essencial para sua comercialização, o processo de pasteurização.

O custo anual com o gás GLP na propriedade, de acordo com os proprietários, refere-se a um total de R\$ 4.080,00. Com a implantação do biodigestor e a disponibilidade de materiais utilizados como matéria-prima, esse custo passaria a ser inexistente para a agroindústria e com isso os proprietários utilizariam do processo de pasteurização da qual depende o selo de qualidade emitido pelo município – Serviço de Inspeção Municipal (SIM).

Para a análise do custo de investimento para a implantação do biodigestor foi feito um levantamento dos preços dos materiais necessários para sua construção. Assim, o valor total do projeto compreende um valor de R\$ 2.712,57. Devido às incertezas perante a instabilidade econômica, foi oportuno adicionar um valor de contingência para eventuais variações nos custos, com acréscimo de 10%. Para tanto os cálculos de investimento e os indicadores projetados de viabilidade dar-se-ão com um total fixado em R\$ 3.000.

Uma vez que a matéria-prima utilizada no processo de biodigestão refere-se a um material antes desperdiçado, usualmente depositados a céu aberto e com efeitos poluentes, não foi considerado o custo de oportunidade desses dejetos. Assim como não foram considerados os custos de manutenção do equipamento, uma vez que informações técnicas dão conta de que os custos de manutenção do biodigestor não são significativos.

Com isso, levando-se em conta o valor de R\$ 3.000 para o suposto investimento e a redução dos custos com gás liquefeito de petróleo, no quadro 1 é apresentado os valores obtidos pelos indicadores econômicos de viabilidade com essa implantação.

Mês	Custo mensal com gás GLP	Pay Back	VPL	TIR	
		Saldo F.C.	F. C. Descontado	5%	6%
0	-R\$ 3.000,00	-R\$ 3.000,00	-R\$ 3.000,00	-R\$ 3.000,00	-R\$ 3.000,00
1	R\$ 340,00	-R\$ 2.660,00	R\$ 336,43	R\$ 323,81	R\$ 320,75
2	R\$ 340,00	-R\$ 2.320,00	R\$ 332,91	R\$ 308,39	R\$ 302,60
3	R\$ 340,00	-R\$ 1.980,00	R\$ 329,41	R\$ 293,70	R\$ 285,47
4	R\$ 340,00	-R\$ 1.640,00	R\$ 325,96	R\$ 279,72	R\$ 269,31
5	R\$ 340,00	-R\$ 1.300,00	R\$ 322,54	R\$ 266,40	R\$ 254,07
6	R\$ 340,00	-R\$ 960,00	R\$ 319,16	R\$ 253,71	R\$ 239,69
7	R\$ 340,00	-R\$ 620,00	R\$ 315,81	R\$ 241,63	R\$ 226,12
8	R\$ 340,00	-R\$ 280,00	R\$ 312,50	R\$ 230,13	R\$ 213,32
9	R\$ 340,00	R\$ 60,00	R\$ 309,22	R\$ 219,17	R\$ 201,25
10	R\$ 340,00	R\$ 400,00	R\$ 305,98	R\$ 208,73	R\$ 189,85
11	R\$ 340,00	R\$ 740,00	R\$ 302,77	R\$ 198,79	R\$ 179,11
12	R\$ 340,00	R\$ 1.080,00	R\$ 299,59	R\$ 189,32	R\$ 168,97
Total		8,82	812,26	R\$ 13,51	-R\$ 149,49
				5,08%	

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 1 - Indicadores de Viabilidade

Segundo Woiler e Mathias (2013) o Pay Back - tempo de recuperação do capital investido é o prazo necessário para que os desembolsos sejam integralmente recuperados. Leva-se em

consideração apenas para os cálculos o custo do investimento e o benefício que este trará, sem considerar o custo de capital, ou seja, as taxas de juros. Sendo assim, podemos definir que:

$$\text{Pay Back (n)} = 8 + 280,00/340,00$$

$$\text{Pay Back (n)} = 8,82 \text{ meses}$$

Logo, como pode ser verificado através do cálculo e também demonstrado no quadro, o tempo de recuperação do capital investido se dará em aproximadamente 8,82 meses.

O Valor Presente Líquido consiste em trazer para o presente os valores futuros de um fluxo de caixa e compará-los ao investimento inicial, sendo possível verificar a viabilidade do investimento. Conforme os dados apresentados no quadro a empresa obteve um valor presente líquido positivo, num valor de R\$ 812,26 para tanto foram calculados todos os seus fluxos de caixa para o valor presente considerando-se uma taxa de juros de 1,06% a.m., segundo a Taxa Selic atual. Logo, os ganhos do projeto remuneraram o investimento e ainda permitirão aumentar o valor da empresa em R\$ 812,26. Portanto, evidenciando ser um projeto atrativo.

A Taxa Interna de Retorno – TIR, também definido por Woiler e Mathias (2013), é a taxa de juros que determina o ponto de equilíbrio em um investimento, quando comparado ao valor presente e ao valor do investimento. A empresa apresenta uma taxa de retorno de 5,08% a.m. uma taxa razoavelmente pequena, porém considerando que este refere-se a um investimento que oferece redução dos custos de produção de maneira permanente, é uma taxa consideravelmente atrativa.

Sendo assim, o valor dos benefícios não se refere às receitas econômicas, uma vez que o biogás não é vendido no mercado, mas sim à renda que se deixa de transferir para outros agentes ao reduzir o consumo de insumos básicos proveniente de fontes externas.

5. Conclusão

Tendo como base as pesquisas desenvolvidas durante o desenvolvimento desse trabalho, desde a revisão bibliográfica até os valores finais, se conclui que a partir dos dados levantados junto à propriedade e com a revisão bibliográfica, a necessidade mensal referente ao custo preponderante do local está relacionado ao gás liquefeito de petróleo – GLP, que corresponde a 4,8 m³ de biogás por dia, o equivalente a 39,7% do potencial energético na propriedade.

O valor total do investimento para implantação do biodigestor compreende a R\$ 2.712,57. Porém em virtude das incertezas perante a instabilidade econômica, foi oportuno adicionar um valor de contingência para eventuais variações nos custos, com acréscimo de 10%. Para tanto, os cálculos de investimento e indicadores de viabilidade foram dados como um total investido fixado em R\$ 3.000.

Considerando a redução do custo mensal em R\$ 340,00, o tempo de recuperação do capital investido - Payback foi de 8,82 meses. O valor presente líquido obtido foi positivo de R\$ 812,26 e a taxa interna de retorno – TIR de 5,08% a.m. Considerando que o investimento oferece redução dos custos de produção de maneira permanente, apesar da taxa de retorno ser relativamente pequena, ela nos fornece a ideia dos ganhos econômicos oriundos apenas da redução do custo com gás de cozinha, com isso demonstrando o investimento ser atrativo.

Assim a utilização do biodigestor foi considerado viável, pois, há uma diminuição do custo com o gás de cozinha, que no decorrer do tempo, paga o biodigestor, e ainda possui um

potencial de energia superior ao destino que será dado, podendo ser utilizado para outras finalidades, como num motor gerador de energia, que com uma simples adaptação também poderá ser utilizado e reduzir outros custos.

Assim conclui-se que com a implantação do biodigestor na agronindústria, esta será autossuficiente em energia térmica reduzindo seus custos de produção e aumentando a renda do produtor. Além das vantagens econômicas com o uso do biogás, também é verificado uma atenção ao resíduo dando-lhes um destino adequado que reduz os danos ao meio ambiente, minimização dos gases causadores do efeito estufa, do ambiente fétido e ainda uma agricultura sustentável sem o uso de fertilizantes químicos e pesticidas devido a utilização do resíduo da caixa digestora, o biofertilizante.

Ainda Mattos e Farias Júnior (2011) destacam que o impacto dos biodigestores é globalmente positivo. Com seu uso, a emissão global de gases do efeito estufa diminui, assim como do desmatamento. Além do que, com a utilização do biofertilizante há ocorrência de uma ciclagem mais eficiente de nutrientes tanto agricultura, como na pecuária.

Referências

AMARAL, R. G. *Viabilidade econômica da implantação de um sistema de geração de energia elétrica a partir de biogás gerado em um abatedouro de aves.* Medianeira: Monografia apresentada a Universidade Tecnológica Federal do Paraná –UTFPR, 2011

BARICHELLO, Rodrigo. *O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: Um estudo de caso da região noroeste do Rio Grande do Sul.* Agosto de 2010. Dissertação (Mestrado) - UFSM - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS.

BARRERA, Paulo. *Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para zona rural.* São Paulo: Editora Ícone, 2003

BATALHA, Mário Otávio, et al. *Tecnologia de gestão e agricultura familiar,* 2005

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

COMASTRI FILHO, José Anibal. *Biogás: Independência energética do Pantanal Mato-Grossense.* EMBRAPA - Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Corumbá. Circular técnica N.º 9. Corumbá/MS, outubro de 1981.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. *Alternativas Energéticas: uma visão Cemig.* Belo Horizonte: Cemig, 2012.

COSTA, Laura Vanessa Cabral. *Produção de biogás utilizando camada frango diluída em água e em biofertilizante de dejetos de suínos.* Maio de 2012. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Unesp, Botucatu/SP

DARTORA, Valmir, et al. *Manejo de dejetos de suínos.* Boletim Informativo de Pesquisa e Extensão - BIPERS, março de 1998.

DEGANUTTI, Roberto, et al. *Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.* Bauru: Departamento de Artes e Representação Gráfica, FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, 2002.

ESPERANCINI, Maura 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.* Jaboticabal: Eng. Agríc., v.27, n.1, p.110-118, 2007.

FERREIRA, J. *Produção de biogás e funcionamento de biodigestores no ensino de ciências.* Curitiba: Monografia apresentada a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2013.

FARRET, Felix A. *Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica.* 2ª edição. Santa Maria - RS. Editora UFSM, 2010.

GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. *Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: Um estudo de caso na região de Toledo-PR.* Dissertação (Mestrado) - UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de pesquisa.* Porto Alegre: Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa.* São Paulo: 4º edição. Atlas S.A. 2002.

GUANZIROLI, Carlos. E. *Agroindústria Rural no Brasil: experiências bem em mal sucedidas.* Niterói/RJ: Textos para discussão - Faculdade de Economia - Universidade Federal Fluminense, abril de 2010.

GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DE BIOGÁS NA AGROINDÚSTRIA. Belo Horizonte: *Guia técnico ambiental de biogás na agroindústria* / Fundação Estadual do Meio Ambiente, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ), 2015.

INOUE, Keles Regina Antony. *Produção de biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do biofertilizante obtido na digestão da manipueira.* 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. Cacoal. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=110004&search=rondonia|cacoal>>. Acesso em 10 maio 2016.

JORGE, Leila Cristina. *Estudo de viabilidade de implantação de biodigestores anaeróbicos no município de Paty do Alferes – RJ, uma contribuição para minimizar a degradação ambiental na área rural.* 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, 2004.

JUNQUEIRA, Sérgio Luís Coelho Diniz. *Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda aterrado.* Monografia - Universidade federal do Rio de Janeiro- UFRJ - Departamento de Engenharia Mecânica. Rio de Janeiro/ RJ, 2014.

MOREIRA, Tainá Silvestre et al. *Utilização de biodigestores como alternativa para o tratamento de dejetos oriundos da produção animal.* USP - Universidade de São Paulo. s.d. Pirassununga.

KARLSSON, Tommy, et al. *Manual básico de biogás.* Lajeado: UNIVATES, 2014.

MATTOS, Luiz Cláudio; FARIAS JÚNIOR, Mário. *Manual do Biodigestor Sertanejo.* Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2011.

MOREIRA, Tainá Silvestre, et al. (s.d.). *Utilização de biodigestores como alternativa para o tratamento de dejetos oriundos da produção animal.* Pirassununga: USP - Universidade de São Paulo.

NOGUEIRA, Luis Augusto Horta. *Biodigestão: a alternativa energética.* São Paulo: Nobel, 1986.

OLIVEIRA, Rafael Deléo. *Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono.* 2009. Monografia - EESC/USP - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

OLIVER, André de Paula Moniz. *Manual de Treinamento em Biodigestão.* Salvador/Bahia: Instituto Winrock, fevereiro de 2008.

PACHECO, José Wagner. *Guia técnico ambiental de frigoríficos: Industrialização de carnes (bovina e suína) - Série P+ L.* CETESB; São Paulo, 2006.

PANZARINI, Nathalie Hamine et al. *Uso de resíduo da suinocultura na produção de biogás: revisão da literatura.* (p. 10); V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, 2015.

PEDERIVA, Andre Cristiano et al. *Gestão Ambiental: Análise de viabilidade e dimensionamento de um biodigestor para geração de energia elétrica e biofertilizante.* (p. 14). 2º Semana Internacional das Engenharias da Fabor - SIEF. Horizontina/RS, 2012.

PELEGRINI, Gelson e GAZOLLA, Márcio. *A agroindustrialização da produção como estratégia de reprodução social da agricultura familiar,* 2006.

PRATI, Lisandro. *Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores.* Curitiba - PR: Monografia apresentada a Universidade Federal do Paraná, 2010.

REIS, A. D. *Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio.* 2012. Universidade Federal de Pernambuco - Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Caruaru.

ROHSTOFFE, Fachagentur Nachwachsende. *Guia Prático do Biogás: Geração e Utilização.* 5ª edição, Gülzow, Alemanha, 2013.

ROYA, Bruno et al. *Biogás: uma energia limpa.* Revista Eletrônica Novo Enfoque, v. 13, n. 13, p. 142 - 149, 2011.

SECCHI, Rafael Arnaldo Sulzbach. *Geração de energia elétrica a partir do biogás.* 2014. Monografia - FAHOR - Faculdade Horizontina, Horizontina.

SGANZERLA, Edílio. *Biodigestores: uma solução.* Porto Alegre. Agropecuária, 1983.

SILVA, T. L.; Neto, J. B.; Soares, P. F.; Neto, G. D.; Almeida, V. D. (Outubro de 2011). *Avaliação do aproveitamento da biomassa residual gerada na criação de animais.* Maringá/PR: VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. Centro Universitário de Maringá.

SOUZA FILHO, Hildo Meirelles et al. *Agricultura Familiar e Tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos,* 2007.

Uberaba, P. M. (s.d.). *Serviço de Inspeção Municipal - SIM*. Acesso em 26 de abril de 2016, disponível em <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,120>

WALKER, Eliana. *Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais.* JUÍ-RS: Dissertação apresentada a Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, novembro 2009.

WOILER, S. e MATHIAS, W. F. *Projetos. Planejamento, Elaboração, Análise.* São Paulo: Atlas S.A., 2013.

ZILOTTI, Hélcio Alexandre Rodrigues. *Potencial de produção de biogás em uma estação de tratamento de esgoto de cascavel para a geração de energia elétrica.* 2012. Dissertação - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. Cascavel/PR