

A UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS NA PROPRIEDADE RURAL FAZENDA PONTE ALTA – ITARARÉ-SP

Maria Cláudia PRESTES¹
Daniella Cristina MAGOSSI²

¹Graduada em Eng. Florestal pela União Latino Americana de Tecnologia (ULT-Jaguariaíva)

²Mestre em Eng. Florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professora e Coordenadora do Curso de Engenharia Florestal da União Latino Americana de Tecnologia.(magossi@fajar.edu.br).

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo de caso que tem como objetivo evidenciar a importância da redução de resíduos suínos, neste caso, o funcionamento do processo e teve o uso de metodologia para entrevista, imagem, questionário, documental e campo, da utilização biogás para a propriedade rural Fazenda Ponte Alta, em Itararé – SP, que leva em torno de 28 a 30 dias, gerando o biogás abastecendo assim três geradores, produzindo energia elétrica alternativa, que são distribuídas para as áreas da granja e da fábrica de ração, tendo uma autonomia de uso 24h por dia, reduzindo o custo anual em energia elétrica, já que a energia convencional é muito pouco utilizada nos dias de hoje pela fazenda. Antes da implantação a fazenda Ponte Alta gastava 684.000 Kw x 0, 21557 (dados fornecidos pela companhia de energia do estado de São Paulo) = R\$ 147.000,00/ano, hoje ela gasta 61.233 Kw x 0, 21557 (dados fornecidos pela companhia de energia do estado de São Paulo) = R\$ 13.200,00 /ano. Então ela tem uma rentabilidade de R\$ 133.800,00/ano. O biogás tem um custo de R\$0,12 por dia/suíno (dados fazenda Ponte Alta) enquanto a energia convencional custa R\$0,21kWh.

Palavras-chave: Biogás. Energia elétrica alternativa. Redução de custos.

1 INTRODUÇÃO

Até a década de 70, os dejetos suínos não eram um fato tão preocupante, pois a criação de porcos era pequena, e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los ou então eram utilizados como adubo orgânico nas lavouras.

Porém, hoje em dia há uma grande quantidade de dejetos, que pela falta de tratamento adequado, se transformou na maior fonte poluidora dos mananciais de água.

Atualmente a suinocultura é considerada pelos órgãos ambientais como uma “atividade potencialmente “causadora de degradação ambiental”, sendo colocada como de grande potencial poluidor. O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização de resíduos é um grande desafio. A restrição de espaço e a necessidade de atender cada vez mais as demandas de energia, água de boa qualidade e alimentos, tem colocado alguns paradigmas a serem vencidos, os quais se relacionam principalmente a questão ambiental e a disponibilidade de energia.

O problema ambiental da produção de suínos é transformado em solução positiva: os dejetos serão processados em um biodigestor que irá produzir biogás, também poderá ser transformado em biofertilizante.

Biogás é o conjunto de gases formado na degradação da matéria orgânica em condição anaeróbia. Digestão anaeróbia: é o processo fermentativo, sem a presença de oxigênio, em que a matéria orgânica é degradada a compostos mais simples, formando, basicamente, metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂).

A produção resolve o problema dos resíduos tóxicos da produção, ao mesmo tempo em que reduz custos fixos (graças à produção de biofertilizante e energia elétrica). Dessa forma, gera-se impacto positivo tanto em termos ambientais e econômicos quanto em termos sociais.

O aspecto energia é cada vez mais evidenciado pela interferência no custo final de produção para suinocultura, uma vez que as oscilações de preço podem reduzir a competitividade do setor.

Segundo IBGE (2005) as propriedades rurais emitem 197.423,70 t/ano de gás metano, se todas as propriedades conseguissem transformar essa quantidade de gás metano em biogás, seria produzida uma quantidade de 77MW

O estudo de caso realizado sobre a utilização de biogás na propriedade rural Fazenda Ponte Alta, trata-se de uma questão polemica por envolver questões ambientais e econômicas.

É importante evidenciar que hoje em dia existem alternativas sobre a redução de resíduos, que não só nesta propriedade, mas em outras propriedades rurais, produzem resíduos em grandes quantidades, e que esses resíduos podem trazer grandes malefícios para a propriedade e para o meio ambiente também. Neste caso, os resíduos são transformados em biogás, este biogás abastece um gerador, que produzirá energia elétrica para a fazenda, a energia elétrica produzida por biogás possui alguns critérios, como custo mais barato de produção, e uma energia eficiente, para a fazenda esse retorno não foi só na questão econômica, já que o uso de energia convencional por ano baixou mais de 60%, teve maior significância na questão social, pois a implantação foi realizada devido a inúmeras reclamações e por questões ambientais também, pois reduz bastante a poluição de solo, e com a queima do biogás, reduz muito a emissão de gás metano na atmosfera.

O objetivo desse trabalho foi elaborar um estudo de caso da produção de biogás como outro meio de produção de energia elétrica eficaz e com custo mais baixo, tendo como objetivos específicos: exemplificar a quantidade de matrizes para uma produção de energia elétrica eficiente; especificar a quantidade de dejetos para a produção de energia elétrica, através da utilização de biodigestores; evidenciar um estudo comparativo do custo da energia elétrica através do biogás com a energia elétrica convencional.

Segundo Coelho (2001), a descoberta do biogás, também denominado gás dos pântanos, foi atribuída a Shirley em 1667. Já em 1776, Alessandro Volta reconheceu a presença de metano no gás dos pântanos. No século XIX o aluno de Louis Pasteur, Ulysses

Grayon realizou a fermentação anaeróbia (decomposição sem presença de oxigênio) de uma mistura de estrume e água, a 35°C, obtendo então 100 litros de gás/m³ de matéria. No ano de 1884, ao apresentar os trabalhos do seu aluno à Academia das Ciências, Louis Pasteur considerou que a fermentação podia construir uma fonte de aquecimento e iluminação (PECORA, 2006).

Nas décadas de 50 e 60, Índia e China foram os primeiros países a utilizar o processo de biodigestão, sendo que desenvolveram seus próprios modelos de biodigestores. A tecnologia da digestão anaeróbia foi trazida para o Brasil com a crise do petróleo na década de 70. Diversos programas de difusão foram implantados no Nordeste, porém os resultados não foram satisfatórios e os benefícios obtidos não foram suficientes para dar continuidade ao programa (COELHO, 2001).

Inicialmente, o termo biogás estava associado aos diversos nomes atribuídos a ele, como: gás dos pântanos, gás de aterro, gás de digestor e gás da fermentação, entre outros. Atualmente, o termo refere-se, de forma geral, àquele gás formado a partir da degradação anaeróbia da matéria-orgânica.

A composição do biogás pode variar de acordo com o tipo e a quantidade de biomassa empregada, fatores climáticos, dimensões do biodigestor, entre outros. Quando as condições ambientais para o processamento de dejetos pelos microrganismos são atendidas, o biogás obtido deve ser composto de uma mistura de gases, com cerca de 60 ou 65% do volume total consistindo em metano, enquanto os 35 a 40% restantes consistem, principalmente, de gás carbônico e quantidades menores de outros gases (SEIXAS et al., 1980).

O principal componente do biogás é o gás metano, que é incolor e altamente combustível, e não produz fuligem. Em função da participação percentual do metano na composição do biogás, o poder calorífico deste pode variar de 5.000 a 7.000 kcal por metro cúbico. Esse poder calorífico pode chegar a 12.000 kcal por metro cúbico se eliminado todo o gás carbônico da mistura (DEGANUTTI et al., 2002).

A utilização do biogás para geração de eletricidade é uma atividade onde se podem obter os Certificados de Emissões Reduzidas, os chamados créditos de carbono. A simples

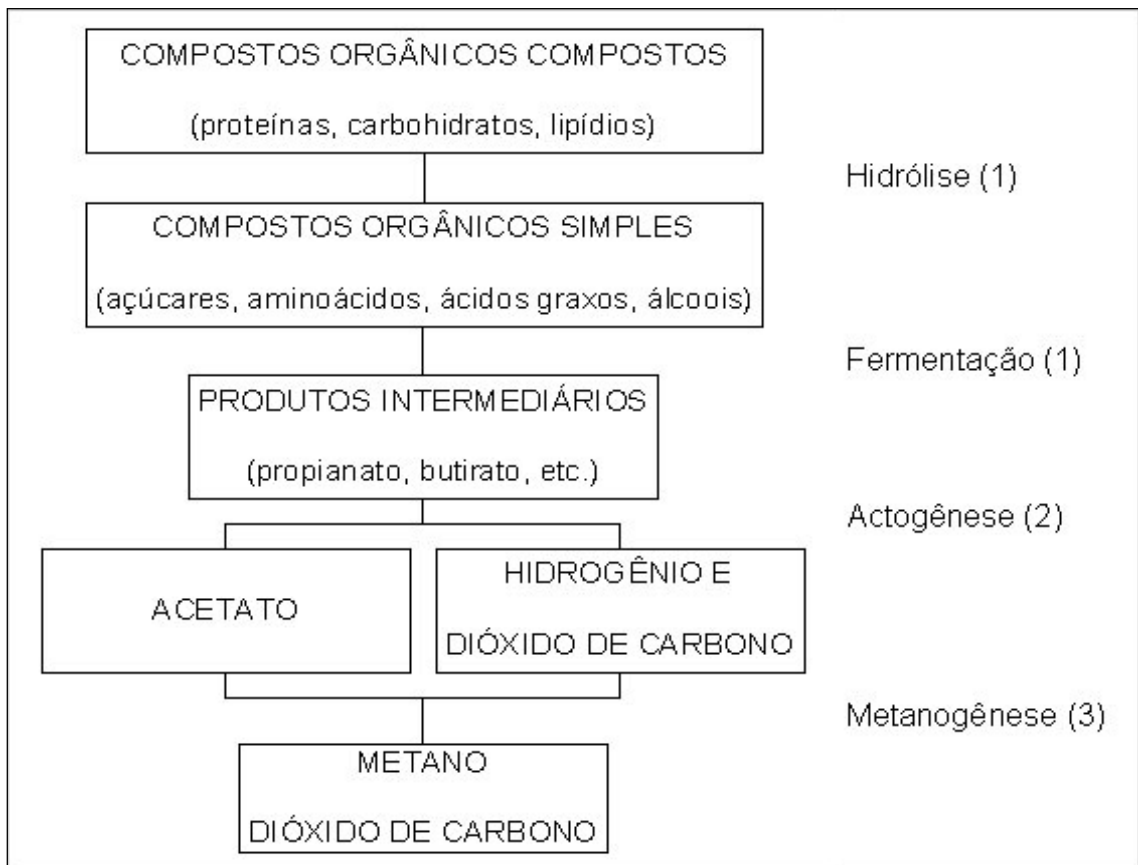
queima do gás metano, mesmo produzindo dióxido de carbono, é válida, pois o metano possui um impacto de efeito estufa cerca de 20 vezes maior do que o dióxido de carbono (RANZI & ANDRADE, 2004).

No Brasil os dejetos que são utilizados para geração de biogás são os dejetos suínos, bovinos, humanos, aterros sanitários, caprinos e ovinos. O mais utilizado é o dejetos suíno, pois possui o maior poder calorífico para geração de energia elétrica.

A digestão anaeróbia é um processo fermentativo em que matéria orgânica complexa é degradada a compostos mais simples. A degradação ocorre através da ação de diversos grupos de microrganismos que interagem simultaneamente, até a formação dos produtos finais, metano e gás carbônico.

Na ausência de oxigênio ou de agentes oxidantes fortes como o sulfato, nitrato e enxofre, a degradação anaeróbia da matéria orgânica até a formação de metano, envolve três etapas: hidrólise e fermentação, acetogênese e metanogênese, representado na figura 1.

FIGURA 1 - Representação esquemática da Digestão Anaeróbia em três etapas.



FONTE: MOURA, Johnson Pontes de. **Estudo Do Dimensionamento Da Produção De Biogás** Com Utilização De Resíduos Residenciais, Industriais E De Matrizes Suínas A Partir De Uma Revisão Da Literatura. 2011

“[...] O biogás é uma mistura gasosa combustível, produzida através da digestão anaeróbia, processo fermentativo que tem como finalidade à remoção de matéria orgânica, a formação de biogás e a produção de biofertilizantes ricos em nutrientes [...] (PECORA, 2006)

Quando a digestão anaeróbia é realizada em biodigestores especialmente planejados, a mistura gasosa produzida pode ser usada como combustível, o qual, além de seu alto poder calorífico, de não produzir gases tóxicos durante a queima e de ser uma ótima alternativa para o aproveitamento do lixo orgânico, ainda deixa como resíduo um lodo que é um excelente biofertilizante (PECORA, 2006).

O poder calorífico é “a quantidade de calor transferida da câmara durante a combustão ou reação a temperatura constante (COSTA, 2006). COSTA (2006) ressalta

também que o poder calorífico do biogás depende fundamentalmente das proporções de metano e gás carbônico. Através da compilação dos trabalhos de AVELLAR (2001) e de COLDEBELLA *et al* (2006 *apud* MOURA, p1069), é possível estabelecer uma relação linear entre a concentração de metano e o poder calorífico inferior do Biogás.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

De modo específico, este trabalho é um estudo de caso segundo Yin, (1989 *apud* FARIA, p 6) este método é apropriado para responder às questões “como” e “porque” que são questões explicativas e tratam de relações operacionais que ocorrem ao longo do tempo. O mesmo autor afirma que a preferência pelo uso do Estudo de Caso deve ser dada quando do estudo de eventos recentes, em situações onde os comportamentos mais importantes não podem ser manipulados, mas onde é possível se fazer observações diretas e entrevistas sistemáticas. Este método também é caracterizado pela capacidade de lidar com uma completa variedade de evidências - documentos, artefatos, entrevistas e observações. A escolha desse procedimento se deve ao fato do objeto de pesquisa ser uma experiência recente e de pouco estudo.

Este estudo de caso utilizou a metodologia de entrevista segundo MARCONI & LAKATOS (1996), despadronizada, (não estruturados).

Já na metodologia de pesquisa de campo, esse estudo de caso é dado como uma pesquisa quantitativo-descritiva e segundo MATTAR (1996) também exploratória.

Na metodologia de questionário, podemos considerar os questionários usados neste estudo de caso como questionário não estruturado de energia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo de caso apresenta como resultado o processo de biodigestão utilizado é de 28 dias, sendo que o gerador trabalha 24 horas por dia, com eventuais paradas para manutenção e quando esta sendo feito a manutenção nos biodigestores. A

fazenda em estudo possui três geradores, dois geradores de 100kva com motor mwm X12 que está localizado na granja e um gerador de 120va com motor mwn X12 que está localizado na fabrica de ração. Os geradores são trifásicos 220/380 VCA, um com potencia de 120 KVA e outro com potencia de 100 KVA. Tem rotação eletrônica do tipo isócrono com controle por sensor eletromagnético e proteção contra sub e sobre velocidade.

Atualmente a fazenda produz 2.500 a 3.000 m³/dia de biogás que abastecem os três geradores, comparando com outros estudos, conforme ZAGO (2003) apresenta uma produção alta de biogás/dia, segundo estimativas, o empreendimento passa ser viável economicamente quando a propriedade possui capacidade de produção de 200 m³/dia de gás, o que gera uma produção aproximada de 300 kVA h/dia .

Os dados na Tabela 1 mostram as diferentes produções de biogás de acordo com a biomassa utilizada. Nota-se que a biomassa com melhor rendimento de biogás por tonelada é oriunda de dejetos de suínos, com cerca de 560 m³ de biogás por tonelada.

TABELA 1- Estimativa de produção de biogás por quantidade de biomassa.

Biomassa Utilizada (dejetos)	Produção de Biogás (m/s e m³/t)
Bovinos	270
Suínos	560
Eqüinos	260
Ovinos	250
Aves	285

FONTE: CERVI, Ricardo G.; ESPERANCINI, Maura S. T.; BUENO, Osmar de C.

Viabilidade econômica da utilização do biogás. Produzido em granja suínica para geração de energia elétrica. Jaboticabal,2010

Cada suíno produz cerca de 2,5 kg/dia de dejetos isso em 1650 matrizes temos 4.125 kg de dejetos (dados Fazenda Ponte Alta).

[...] A matéria-prima a ser utilizada dependendo das condições locais, poderá ser dejetos de bovinos, de aves e suínos, os quais apresentam um rendimento em m³ de biogás na ordem de 0,04; 0,43 e 0,35 respectivamente por dia misturados com urina e umidade [...] (Nogueira (1986)).

Para ter uma geração de biogás mínima precisa-se de 4 suínos que geram 10 kg de esterco que transformados em biogás tem-se 1m³. Cada gerador consome 25m³ de biogás. Para ter 25m³/h de biogás precisa-se de 100 suínos, em 24 horas temos 600m³ de biogás para cada gerador.

Baseado nos dados de Oliveira (1993), se considera que cada matriz suína produz cerca de 2,25 kg de esterco por dia, que pode ser aproveitado para a produção de biogás. Gaspar (2003) afirma que para a geração de 1 m³ de biogás é necessário cerca de 12 kg de dejetos suínos. Teixeira (1985) cita três outros trabalhos que utilizam o mesmo valor de referência adotado, 0,18 m³/animal/dia. Optou-se por adotar nesse estudo a estimativa mais conservadora das pesquisadas quanto ao potencial de produção de biogás por resíduos suínos.

Portanto, as relações de equivalência no que diz respeito à produção de biogás através de resíduos suínos consideradas neste estudo são: para produzir 1 m³ de biogás, são necessários 12 kg de dejetos suínos, o que equivale à produção diária de 5,33 porcos (ou seja, produção de 0,18 m³ de biogás/animal/dia).

O gerador de 100kva consome 25m³/h e produz 70kwh de energia. Em 24h temos 1680 kW de energia e por mês temos 50.400 kW de energia elétrica.

Anualmente a fazenda produz 604.800kW de energia elétrica, com cada gerador de 100 KVA.

Já o gerador de 120kva também consome 25m³/h de biogás e produz 80kw/h de energia. Em 24h temos 1920kW de energia e por mês 57.600kW de energia elétrica.

Anualmente a fazenda produz 691.000kW de energia com o gerador de 120 kVA.

Em comparação com a produção de um motor de 100kva e 120kva temos um estudo de KEYMER & REINHOLD (2006), mesmo com tempo de geração de 22 h dia⁻¹, a geração (55 kWh) somente com dejetos de bovinos mostrou-se inviável economicamente. Neste caso, o nível de investimento também foi superior ao determinado no presente trabalho onde, para o mesmo período de geração, porém com geração de 40 kWh, o investimento no biodigestor/motor--gerador foi de R\$ 3.187,00 kWh⁻¹. Ou seja, este nível de investimento foi cerca de três vezes inferior ao apontado pelos autores. No sistema que utiliza dejetos de bovinos e suínos com gerador de potência de 330 kW, também para um período de geração de eletricidade de 22 h dia⁻¹, KEYMER & REINHOLD (2006) verificaram ganhos de escala que viabilizaram o projeto.

Para gerar biogás suficiente para abastecer os três geradores nessa fazenda seriam necessários no mínimo 500 suínos, os geradores produziram através dos dejetos 74,62m³/h de biogás, abastecendo o motor 24h/dia teríamos uma produção de 1791m³/dia de biogás.

De acordo com Teixeira (1985) para produzir 1 m³ de biogás, são necessários 12 kg de dejetos suínos.

O mínimo de dejetos necessários para a produção de energia, conclui que são necessário 1.250 kg de dejetos/dia...

A fazenda não comercializa a energia excedente, pois a companhia de energia do Estado de São Paulo, não utiliza esta negociação, então a energia que não é utilizada, é disponibilizada na rede gratuitamente.

E na questão de obter os créditos de carbono, também não é possível, já que a fazenda implantou o biodigestor antes de requerer os créditos.

Os Créditos de Carbono são certificados gerados por projetos que, comprovadamente através de metodologias, reduzam ou absorvam emissões de gases do efeito estufa. Os compradores destes créditos são empresas ou governos de países desenvolvidos que precisam alcançar metas (instituídas pelo Protocolo de Quioto, pela própria empresa ou outros programas) de redução destas emissões, e os vendedores são diversificados dependendo do país de origem do projeto. (Tatiana de Oliveira Takeda)

Mesmo a Fazenda Ponte Alta produzindo sua energia através de biogás, ela acaba utilizando energia convencional da rede, pois a energia provida só de biogás não é confiável para alguns equipamentos como computadores, pois tem oscilação

O custo da energia convencional custa R\$0,21 por kWh, o custo da energia gerada do biogás custa R\$0,12kWh.

Antes da implantação do biodigestor a fazenda Ponte Alta gastava 684.000 kW x 0, 21557= R\$ 147.000,00/ano, hoje ela gasta 61.233 kW x 0, 21557= R\$ 13.200,00 /ano. Então ela tem uma rentabilidade de R\$ 133.800,00/ano.

Em comparação com o custo da energia gerada por biogás, segundo a COPEL, no Paraná o valor da tarifa de utilização da energia foi de R\$ 0,23 kWh⁻¹, também correspondente à categoria "B2/Convencional Rural". A demanda de energia elétrica pode variar em função da carga necessária nos sistemas produtivos e nas demais instalações existentes. Assim, o modelo foi aplicado com as horas diárias de geração, variando de 10 a 22 horas. O horizonte de planejamento (T) foi de oito anos. Primeiramente, foi analisada a viabilidade do investimento no conjunto motor-gerador e biodigestor. A outra análise considerou biodigestor já instalado, e o investimento ficou restrito ao gerador.

5 CONCLUSÕES

Após a análise desse estudo de caso, observa-se que há um grande campo para a transformação de biogás em energia elétrica, pois quando esses dejetos que são considerados como um tipo de poluição que atinge o solo tem-se a opção de transformá-lo em um subproduto que não causa poluição no solo e no ar, e transforma-se em redução de custos para a propriedade e para todas as propriedades rurais que adotam esse processo, além de obter uma redução e controle nos resíduos, preservando assim o solo e o meio ambiente.

Os objetivos que foram especificados neste trabalho foram atingidos de forma positiva, mas com alguns pontos negativos, já que a energia produzida tem um custo bem

mais baixo, mas nem sempre é confiável, porque tem-se ainda muitas oscilações durante a transformação de biogás em energia elétrica.

Tendo exemplificado uma quantidade de matrizes para produção de energia elétrica na Fazenda Ponte Alta de que para abastecimento da fazenda, são necessários no mínimo 500 suínos, pode-se citar que a energia produzida é eficiente, e essa quantidade de suínos são necessárias para a fazenda, não podendo exemplificar a geração de energia para outro lugar, e a energia é eficiente, mas tudo está em torno do gerador usado em questão, pois com cada gerador específico teremos uma quantidade de energia gerada.

Já para a geração de energia através de quantidades de dejetos, são necessários 1.250 kg de dejetos por dia, e a fazenda alcança esse objetivo já que nessa fazenda são gerados 4.125 kg de dejetos/dia, todos esses dejetos são acumulados dentro do biodigestor, onde serão processados.

Comparando os custos de energia, sabe-se que o custo da energia gerada pelo biogás, é bem mais baixo que a energia convencional, a diferença de uma para outra é de R\$0,10 por kW produzido, mesmo tendo suas desvantagens de ter oscilação a energia que provém de biogás, ainda é o meio de energia alternativa mais eficiente e barato.

REFERÊNCIAS

AVELLAR, L. H. N. **A Valorização dos Subprodutos Agroindustriais Visando a Cogeração e a Redução da Poluição Ambiental**. Tese de Doutorado, UNESP, Guaratinguetá, 2001.

CARNEVALLI, José Antonio; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Desenvolvimento Da Pesquisa De Campo, Amostra E Questionário Para Realização De Um Estudo Tipo Survey Sobre A Aplicação Do Qfd No Brasil**, 1996.

CERVI, Ricardo G.; ESPERANCINI, Maura S. T.; BUENO, Osmar de C. **Viabilidade econômica da utilização do biogás**. Produzido em granja suínica para geração de energia elétrica. Jaboticabal,2010

COELHO, S. T.; SILVA, O. C.; VARKULYA, A. Jr.; AVELLAR, L. H. N.; FERLING, F. F. **Estado da arte do biogás**. Relatório de acompanhamento. CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa. São Paulo, 2001.

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

COPEL. COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. Chamada pública de compra de energia elétrica CP005/2008. Disponível em:
<[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2nsf/arquivos/resultado_biogas/\\$FILE/VENCEDORES_biogas27_01_09.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2nsf/arquivos/resultado_biogas/$FILE/VENCEDORES_biogas27_01_09.pdf)

COSTA, D. F. **Geração de Energia Elétrica a Partir do Biogás do Tratamento de Esgoto**. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 2006.

DEGANUTTI, R.; PALHACI, M. do C.J.P.; ROSSI, M. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada**. ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2002, Campinas.

FARIA, Evandro Rodrigues de, FERREIRA, Marco Aurélio; ZUCCOLOTTO Marx,Robson; MOREIRA, Vagner Henrique. **Estudo comparativo de redução de custos e tempo nas**

modalidades de licitação por pregão eletrônico e presencial. UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2009.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de Biodigestores em Pequenas e Médias Propriedades Rurais com Ênfase na Agregação De Valor: Um Estudo De Caso Na Região De Toledo-PR.** Dissertação de Mestrado, UFSC, Santa Catarina, 2003.

KEYMER, U.; REINHOLD, G. **Grundsätze bei der projekt planung.** In: **ROHSTOFFE, F.N.** Handreichchung biogasge winnung und-nutzung. Gülzow: Institut Für Energetik Und Umwelt, 2006. p.182-209. [[Links](#)]

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados.** São Paulo: Atlas, 1996.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing:** edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

MOURA, Johnson Pontes de. **Estudo Do Dimensionamento Da Produção De Biogás Com Utilização De Resíduos Residenciais, Industriais E De Matrizes Suínas A Partir De Uma Revisão Da Literatura.** 2011

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

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de; HIGARASHI, Martha Mayumi. **Geração E Utilização De Biogás em unidades De Produção De Suínos**. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria Executiva Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II, Concórdia, SC 2006

PECORA, 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 (Dissertação de Mestrado)**. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RANZI, T.J.D.; ANDRADE, M.A.N. **Estudo de viabilidade de transformação de esterqueiras e bioesterqueiras para dejetos de suínos em biodigestores rurais visando o aproveitamento do biofertilizante e do biogás**, 2004, Campinas.

SEIXAS, J.; FOLLE, S.; MACHETTI, D. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: Embrapa-DID, Embrapa-CPAC, 1980. p. 60.

TAKEDA, Tatiana de Oliveira. **Como obter créditos de carbono**. Disponível em: <http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=2333>

TEIXEIRA, E. N. **Adaptação de Estruturas Existentes (Esterqueiras) Em Biodigestores**. Tese de Mestrado. UNICAMP, Campinas, 1985.

ZAGO, S. **Potencialidade de produção de energia através do biogás integrada à melhoria ambiental em propriedades rurais com criação intensiva de animais, na região do meio oeste catarinense.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Blumenau, 2003.