

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores

**A PRODUÇÃO DE BIOGÁS E ENERGIA ELÉTRICA PROVENIENTES DE
RESÍDUOS DE SUINOCULTURA E BOVINOCULTURA – SUSTENTABILIDADE
ATRAVÉS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**THE PRODUCTION OF BIOGAS AND ELECTRICITY FROM WASTE CATTLE
AND SWINE - SUSTAINABILITY BY MEANS OF RENEWABLE ENERGY**

Murilo Sagrillo Pereira, Leoni Pentiado Godoy, Anna Julia Lorenzton Gelain, Lucineia Carla
Loeblein e Juliano Hammes

RESUMO

A sustentabilidade deixou de ser elemento diferencial nas organizações e passou a ser item indispensável para a sobrevivência das empresas no mercado globalizado. Nesse sentido, surge um interesse crescente em preservar o meio ambiente através da sustentabilidade. As empresas de todos os setores econômicos estão começando a priorizar investimentos que antes não eram considerados, mesmo que o retorno não seja elevado no curto prazo, o que é o caso dos investimentos ambientais. Assim, considerando-se que a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) possui todos os subsídios necessários para que haja uma gestão de qualidade nesse setor, a presente pesquisa classifica-se como um estudo que propõe-se a quantificar um possível potencial energético de resíduos gerados por suínos, bovinos de corte e bovinos de leite da UFSM, pretendendo-se, com o auxílio de referencial bibliográfico, obter sua produção teórica de biogás por um biodigestor, em condições ideais assim como a conversão deste valor em unidade de energia elétrica. Visando que, posteriormente, o resultado final seja utilizado em pesquisas de possível implantação de biodigestor para geração de energia elétrica, assim tornando uma pequena parte da instituição sustentável.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Meio Ambiente, Potencial Energético, Biogás, Energia Elétrica.

ABSTRACT

Sustainability is no longer a differential element in organizations and has become indispensable item for the survival of businesses in the global market. In this sense, there is a growing interest in preserving the environment through sustainability. Companies of all economic sectors are beginning to prioritize investments that were not considered, even if the return is not high in the short term, which is the case of environmental investments. So, considering that the Federal University of Santa Maria (UFSM) has all the necessary support so there is a quality management in this sector, this research is classified as a study that proposes to quantify a possible energy potential waste generated by pigs, beef cattle and dairy cattle UFSM, intending to be, with the aid of bibliographic references, obtain their theoretical production of biogas through a digester, under ideal conditions as well as the conversion of this value in units of electricity. Aiming that subsequently the end result to be used in research possible deployment of biodigester to generate electricity, thus making a small part of sustainable institution.

Keywords: Sustainability, Environment, Potential Energy, Biogas, Electricity.

1. Introdução

Felizmente, muito já se evoluiu desde que os temas ‘diversificação da matriz energética’ e ‘utilização de fontes renováveis’ apareceram nas pautas de discussões de fóruns e debates entre especialistas da área, é possível até dizer que a fase do ‘convencimento’ já foi atravessada e agora se caminha para a transformação destas questões em projetos sérios, que estão sendo desenvolvidos e aplicados. A fim de suprir essa nova necessidade, pesquisas no campo das energias renováveis vêm se intensificando, buscando, de forma constante, alternativas para aproveitar da melhor forma possível os recursos disponíveis na natureza, diminuindo assim, principalmente, a poluição ambiental causada pelas atividades de geração de energia. Prova disso, é o fato de que em 2012 o Brasil ocupava a 8ª posição no ranking dos países que mais incentivam energias renováveis (SPITZCOVSKY, 2012).

Empresas de todos os setores econômicos estão começando a voltar a sua atenção à questões relacionadas a este tema (FARIAS; TEIXEIRA, 2002), visto que a preocupação ambiental já pode ser classificada como fator diferenciador (competitivo), pois a população está mais atenta aos impactos causados ao ambiente na hora de fazer as suas opções de consumo (RAFUL; JUCHEM; CAVALHEIRO, 2010). Há uma concordância, praticamente geral, entre os especialistas, de que as organizações com atividade de suinocultura, por exemplo, devem assumir uma postura séria a esse respeito, priorizando ações cujo intuito seja melhorar a qualidade do meio ambiente onde está inserida (KONZEN, 2006), uma vez que, possuem impactos ambientais significativos.

Em se tratando de opções de energias renováveis, o mercado conta com vastas opções tecnológicas de geração sustentável, não somente no campo da eletricidade, mas também nos combustíveis, tais como a fotovoltaica, eólica, concentração solar de energia, geotérmica, hídrica, células combustíveis, hidrogênio e biomassa (NREL, 2012). Visto que, os impactos da atividade agropecuária são muitos, e a atividade agropecuária também inclui a criação de animais de grande porte, a opção de geração a partir de biomassa proveniente de dejetos animais é a mais adequada para esta situação.

A criação de animais de grande porte é um dos casos em que o problema é a solução, ou seja, utiliza o próprio causador na geração de biogás. A utilização do biogás, oriundo da biodigestão anaeróbia, tem sido afirmada como uma opção de grande eficiência no tratamento dos dejetos de animais. Lembrando, que é importante que este tipo de resíduo receba a atenção devida, uma vez que é extremamente prejudicial ao meio ambiente, pois produz gás metano, o qual impacta negativamente na qualidade do ar atmosférico, assim como podem se infiltrar no solo, podendo causar sérios problemas ao chegar ao lençol freático (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008).

Este artigo tem por objetivo a quantificação do elemento gerador, visto que, através desta ação, pode-se chegar ao montante da produção de biogás e, em sequência, converter esse valor para unidade de energia elétrica que poderá ser produzida, tornando-se disponível para uso próprio. Logo, a questão principal a ser respondida por este trabalho é: Qual o potencial energético dos dejetos gerados no setor rural da UFSM, quando utilizados para a produção de biogás e energia elétrica?

Justifica-se o presente trabalho pelo fato de que o resultado final será utilizado em pesquisas, dentro da universidade, que visem produção de energia elétrica, através de biogás gerado após a implantação de um biodigestor, com foco na questão de autossuficiência energética, destacando a importância para o meio ambiente e a busca de novas energias renováveis.

2. Metodologia

Quanto à abordagem, a pesquisa é considerada qualitativa e quantitativa. Isso porque, o método qualitativo analisa o problema através da observação e descrição dos fatos, sem fazer uso de procedimentos estatísticos (RICHARDSON, 2008). Entretanto, como será necessário quantificar alguns aspectos relacionados à utilização de matéria orgânica para geração de biogás e energia elétrica, diz-se que a pesquisa também possui caráter quantitativo devido a demanda da matéria prima que se caracteriza pelos dejetos (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Reis (2008) define abordagem qualitativa como sendo a pesquisa que objetiva interpretar e dar significado aos fenômenos analisados, enquanto que a quantitativa possibilita o entendimento das possibilidades de comportamento do objeto em estudo através do tratamento estatístico dos dados. Todavia, utilizar-se-á uma abordagem combinada, denominada explanatória ou quali-quantitativa. Neste tipo de metodologia, prioriza-se a aplicação da abordagem quantitativa e posteriormente a qualitativa, pois, pretende-se obter uma explicação sobre os resultados da pesquisa (CRESWELL; CLARK, 2006; MIGUEL *et al.*, 2010; MARCONI; LAKATOS, 2010).

Quanto aos procedimentos, serão utilizados a pesquisa descritiva exploratória e o estudo de campo que identificou a demanda de dejetos. Segundo Cervo e Bervian (2006), a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-lo, e no estudo de campo o fato estudado é abordado em seu ambiente próprio, o que permite que a coleta de dados seja feita nas condições naturais, sem intervenção e manuseio do pesquisador, e diferentemente do estudo de caso é passível de generalização (SEVERINO, 2007).

O caráter exploratório da pesquisa se caracteriza pelo desenvolvimento e esclarecimento de ideias, com o objetivo de oferecer uma visão geral sobre o assunto, uma primeira aproximação a um determinado fenômeno que é pouco explorado e que proporciona grandes benefícios a instituição e principalmente ao meio ambiente (GONÇALVES, 2007, p.67).

O que vem ao encontro da pergunta problema deste trabalho, que é consoante a recursos, ou mesmo a áreas que ainda não são exploradas, mas apresentam potencial para tal.

3. Biomassa e biogás

Segundo Higman e Van der Burgt (2003), “biomassa é todo e qualquer combustível ou matéria bruta derivada de organismos que estiveram vivos recentemente”, e isso inclui culturas alimentares, gramíneas e plantas lenhosas, resíduos da agricultura e silvicultura, algas ricas em óleo, e ainda, componentes orgânicas de resíduos urbanos e industriais (NREL, 2012). O tratamento e o aproveitamento energético dos dejetos orgânicos podem ser feitos pela digestão anaeróbia em biodigestores, onde a otimização acontece através da umidade e aquecimento. Este aquecimento é provocado pela própria ação das bactérias, mas em regiões ou épocas de frio, pode ser necessário calor adicional, visto que a temperatura mínima necessária para esse processo é de 35°C (ANEEL, 2005).

Nogueira (1986) define o biodigestor como uma câmara totalmente fechada, onde é direcionado o fluxo dos dejetos produzidos, de modo que não aconteça a entrada de oxigênio, ocorrendo o processo da digestão anaeróbica. O produto do processo de biodigestão é o biogás, que em termos energéticos, é composto essencialmente por metano (50% a 75%) e dióxido de carbono, cujo conteúdo energético gira em torno de 5.500 kcal por metro cúbico, e o efluente gerado pelo processo pode ser usado como fertilizante (ANEEL, 2005).

Assim como em qualquer atividade, é extremamente importante a verificação da qualidade do produto, que para este caso é o biogás. Para que o biogás possa ser aproveitado de forma otimizada, o metano gerado deve ser predominantemente equivalente a 70% ou mais do total de gases gerados no processo. Em atendimento à esta questão, a Embrapa lançou em 2008 o 'Kit biogás', que foi desenvolvido com o objetivo de ajudar os agricultores a medir a qualidade do gás, e subsidiar a entrada dos processos anaeróbios no mercado de créditos de carbono (BOAS, 2008).

Quanto à equivalência energética em condições ideais de produção, ressalta-se que, de acordo com Barrera (2003), é necessário cerca de 25 kg de esterco fresco de vaca, ou 5 kg de esterco seco de galinha ou, 12 kg de esterco de porco ou, 25 kg de plantas ou cascas de cereais ou, 20 kg de lixo para produção de um metro cúbico de biogás, que por sua vez, teoricamente, pode gerar 1,3 kWh de energia elétrica (COLATTO; LANGER, 2010).

3.1. Energia de biomassa

Segundo dados da ANEEL (2005), as principais formas de conversão energética de biomassa são combustão direta (com ou sem processos físicos de secagem, classificação, compressão, corte/quebra), processos termoquímicos (gaseificação, pirólise, liquefação e transesterificação) ou de processos biológicos (digestão anaeróbia e fermentação). Para este caso, considerar-se-á o processo biológico de digestão anaeróbia, visto que há disponibilidade de biomassa animal dos setores de suinocultura e bovinocultura da UFSM.

Segundo informações do último Balanço Nacional Energético (EPE, 2012), 53% do total de energia obtida a partir de geração por biomassa no Brasil foi utilizado para suprir necessidades industriais de energia, 29,3% para necessidades no setor de alimentos e bebidas e 16,4% nos transportes. Tais parcelas são referentes a todos os tipos de geração possíveis a partir de biomassa, incluindo biodiesel e etanol. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética a participação da biomassa, no que corresponde à capacidade instalada, vai chegar à aproximadamente 9 megawatts em 2020 e que a maior parte será proveniente da cana-de-açúcar (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2007).

3.2. Geração de energia a partir de biogás - biodigestor

O principal equipamento desde processo, de conversão de Biomassa em Biogás, é o Biodigestor, Lucas Junior e Souza (2009) definem biodigestor como uma estrutura projetada e construída de modo a produzir a situação mais favorável possível para que a degradação da biomassa seja realizada sem contato com o ar.

O processo de transformação que ocorre nos biodigestores é chamado digestão anaeróbia e, é favorecido, como já mencionado anteriormente, pela umidade e aquecimento. Consiste, basicamente, na decomposição do material pela ação de bactérias (microrganismos acidogênicos e metanogênicos), altamente vorazes, quem em condições ideais, passam a predominar no meio, provocando a degradação de forma acelerada. Este processo ocorre de forma simples e natural com quase todos os compostos orgânicos (ANEEL, 2005; COELHO *et al.*, 2006).

Para a conversão energética do biogás, conta-se atualmente com diversas tecnologias, sendo as de uso mais frequente:

- A energia mecânica resultante da conversão energética ativa um gerador que por sua vez converte em energia elétrica;
- A queima direta do biogás em caldeiras para cogeração;
- Tecnologias remanescentes, porém atualmente não comerciais, como a célula combustível, turbinas a gás, além dos motores de combustão interna do tipo “ciclo Otto” (COELHO *et al.*, 2006).

Quanto ao abastecimento, os biodigestores podem ser classificados, segundo processo de geração, em contínuos, por batelada ou intermitentes. No contínuo, o abastecimento de biomassa, acontece frequentemente, havendo entrada diária, proporcional à capacidade, enquanto que no intermitente, esta, se dá periodicamente, sem frequência exata. O intermitente é mais indicado quando da utilização de materiais orgânicos de decomposição lenta e com longo período de produção, como no caso de palha ou forragem misturada a dejetos animais (GASPAR, 2003).

4. Análise e discussão dos resultados

De acordo com entrevista feita com professores e estudantes do departamento de zootecnia, o setor de bovinos de corte da UFSM, conta com, em média, 600 animais cujos dejetos têm potencial para conversão energética. Há que se considerar que a criação dos animais é feita de duas formas, no campo e em confinamento. Sabendo-se que, para a adequada quantificação dos dejetos gerados, os animais devem estar, necessariamente, em confinamento, pois, no campo a coleta se torna praticamente inviável, o pavilhão de confinamento conta com 24 boxes, sendo que, em cada um deles, apenas 1 animal pode ser alocado. Logo a quantia de animais, a ser avaliada nesse setor, corresponde ao número de boxes disponíveis e, portanto, será de 24.

O Tambo, setor responsável pelos bovinos de leite na instituição, conta com 15 animais. A utilização dos dejetos gerados por estes, também impõe obstáculos, no sentido que esse setor é dividido em três laboratórios: laboratório de bovinocultura de leite, que possui em média 15 animais, o de Bromatologia, que estuda os alimentos da nutrição animal, e o de Forragicultura, que estuda a melhor forma de criação de animais, realizando pesquisas em campo nativo e campo cultivado. Segundo levantamento feito junto aos professores desses laboratórios, somente os animais do laboratório de bovinocultura de leite passam por um confinamento diário de aproximadamente 1 hora, que é dedicada a ordenha. Quanto aos dejetos gerados por estes animais confinados, é obtido um valor médio de 20kg/dia, levando-se em conta de que cada animal pesa em torno de 500Kg. Porém, esse material já tem destino, sendo utilizado em pesquisas pelos alunos do curso de zootecnia e como adubo para o pasto, tornando-se, assim, inutilizável para este projeto. Os animais do Bromatologia e Forragicultura ficam normalmente no pasto, exceto os casos em que passam por algum estudo.

A quantificação no setor da suinocultura é um tanto quanto mais complexa visto que, segundo informações do próprio setor, o número de suínos é muito relativo, podendo variar diariamente, no momento da coleta das informações, por exemplo, de 8 animais sendo que estes podem ser vendidos a qualquer momento. Em situações de experimentos internos, dos próprios estudantes de zootecnia, o número de animais pode chegar, em média, a 40 suínos. Entretanto, estimar a quantia de vezes que esses experimentos ocorrem é tão complicado quanto estimar o número de animais, visto que dependem dos professores que não possuem

planejamento para tal ação em um horizonte temporal que possa ser útil. Deste modo, para fins deste estudo, será utilizada, como base, a quantia de 25 suínos.

4.1. Cálculo da produção de biogás

Os cálculos de potencial energético teóricos foram realizados considerando-se dois cenários distintos em condições ideais para o funcionamento do biodigestor. O primeiro cenário conta com a utilização de todos os dejetos gerados, enquanto que o segundo respeita as restrições definidas no tópico anteriormente mencionados, utilizando somente os dejetos que estariam realmente disponíveis. Segue tabelas referentes aos cálculos citados, respectivamente, onde a Tabela 1 relata todos os animais disponíveis para a coleta de dejetos e a Tabela 2 descreve somente a quantidade de dejetos que realmente pode ser reutilizada no momento pelos três setores.

Tabela 1 – Cálculo da produção de biogás com todos os dejetos

Cálculo da Produção de Biogás (Departamento de Zootecnia- UFSM)			
	SUÍNOS	BOVINOS DE CORTE	BOVINOS DE LEITE
Total de animais	25	600	15
Total de dejetos/dia	60kg*	7500kg*	190kg*
Total de biogás/dia	4,5m ³ /dia**	300m ³ /dia**	9,2m ³ /dia**
Total de biogás/mês	132m ³ /mês***	9000m ³ /mês***	276m ³ /mês***
Energia elétrica/mês	220kWh/mês	15000kWh/mês	460kWh/mês
TOTAL em biogás	9407m³/mês		
TOTAL em energia elétrica	15680kWh/mês		
*	Considerando produção de dejetos em Kg/dia como: 2,35 para suínos e 12,5 para bovinos de corte e leite. (KONZEN, 1980)		
**	Considerando volume de biogás produzido por Kg de dejetos como: 0,075 para suínos; 0,04 para bovinos de corte e; 0,049 para bovinos de leite. (WINROCK INTERNATIONAL BRAZIL, 2008)		
***	Considerando que 0,6m ³ de biogás equivale a 1kWh. (WINROCK INTERNATIONAL BRAZIL, 2008)		

Caso fosse disposta toda essa oferta de dejetos o investimento seria ligeiramente atrativo, entretanto não se tem uma produção diária padrão e, também, parte dos dejetos já estão destinados para outros fins conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo da produção do biogás com os dejetos disponíveis

Cálculo da Produção de Biogás (Departamento de Zootecnia- UFSM)			
	SUINOS	BOVINOS DE CORTE	BOVINOS DE LEITE
Total de animais	25	24	0
Total de dejetos/dia	60kg*	300kg*	0kg*
Total de biogás/dia	4,5m ³ /dia**	12m ³ /dia**	0m ³ /dia**
Total de biogás/mês	132m ³ /mês***	360m ³ /mês***	0m ³ /mês***
Energia elétrica/mês	220kWh/mês	600kWh/mês	0kWh/mês
TOTAL em biogás	492m³/mês		
TOTAL em energia elétrica	820kWh/mês		
*	Considerando produção de dejetos em Kg/dia como: 2,35 para suínos e 12,5 para bovinos de corte e leite. (KONZEN, 1980)		
**	Considerando volume de biogás produzido por Kg de dejetos como: 0,075 para suínos; 0,04 para bovinos de corte e 0,049 para bovinos de leite. (WINROCK INTERNATIONAL BRAZIL, 2008)		
***	Considerando que 0,6m ³ de biogás equivale a 1kWh. (WINROCK INTERNATIONAL BRAZIL, 2008)		

Conforme valores explanados nas duas tabelas, pode-se observar que há uma grande diferença de potencial, originária da grande diferença entre a quantia total de dejetos e a quantidade que realmente pode ser utilizada para a produção de biogás. Comparando com a primeira situação, o potencial é, aproximadamente, vinte vezes maior que o segundo em relação ao total de energia que pode ser produzido, quando referido a produção de biogás e, conseqüentemente, à produção de energia elétrica.

5. Conclusões

Com relação aos objetivos deste estudo, diz-se que foram alcançados, uma vez que foi possível definir valores para o potencial de geração disponível na instituição analisada. Além disso, pode-se afirmar que a instituição possui grande potencial energético oriundo dos departamentos de suinocultura e bovinocultura de corte e leite. Entretanto, a integral disponibilidade de dejetos é visivelmente inviável, pois, como visto anteriormente, são de difícil captação ou tem destino pré-determinado. Logo, se medidas não forem tomadas, com relação à disposição de dejetos, o potencial máximo não será atingido.

Assim, tal potencial energético avaliado neste estudo, pode ser visto como uma ótima oportunidade de investimento. Uma vez que a situação de instabilidade dos departamentos, supõe-se que, caso houvesse uma maior injeção monetária para a realização das atividades poderia haver um aumento do potencial energético, e, conseqüentemente, ampliaria o

horizonte de abastecimento de eletricidade dentro do campus da Universidade Federal de Santa Maria, principalmente na área das ciências rurais.

A pesquisa se caracteriza com grande relevância para a comunidade, região e estado, pois o Rio Grande do Sul possui uma pecuária muito forte tanto na bovinocultura e suinocultura, diante disso despertamos o tamanho do potencial energético que dispomos para conseguir a sustentabilidade quando se referimos em energias renováveis, que além de diminuir custos para as propriedades com a utilização da energia o quão significativo é por preservar o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica**. 2 ed. 2005. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm> >. Acesso em 02 maio 2013.

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

BOAS, J.V. **Kit mostra a qualidade do biogás**. Brasília, 21 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2008/janeiro/4a-semana/kit-mostra-a-qualidade-do-biogas>>. Acesso em 10 abril 2013.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

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.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and conducting mixed method research**. Londres: Sage, 2006.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. **Biogas from waste and renewable resources**. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco nacional energético 2012: ano base 2011**. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

FARIAS, J. S., TEIXEIRA, R. M. A Pequena e Micro empresa e o Meio Ambiente: a percepção dos empresários com relação aos impactos ambientais. **Revista Organizações & Sociedade**, Salvador, v. 9, n. 23, 2002.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo – PR**. 2003. 119 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GONÇALVES, E. P. **Iniciação à pesquisa científica**. Campinas: Alínea, 2007.

HIGMAN, C., VAN DER BURGT M. Elsevier Science, **Gasification, Gulf Professional Publishing: Feedstocks and Feedstock Characteristics**. 1 ed., cap. 4, Burlington, MA, USA, 2003.

HIGMAN, C.; VAN DER BURGT M. Elsevier Science, **Gasification, Gulf Professional Publishing: Feedstocks and Feedstock Characteristics**. Burlington, MA, USA, 2003.

KONZEN, E.A. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida**. 1980, 56f. Dissertação (Mestrado em Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1980.

KONZEN, E.A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

LUCAS JUNIOR, J.; SOUZA, C. F. **Construção e operação de biodigestores**. Viçosa: CTP, 2009.

COLATTO, L.; LANGER, M. **Biodigestor – resíduo sólido pecuário para produção de energia**. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, jul./dez. 2011.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MIGUEL, P. A. C. Adoção do Estudo de Caso na Engenharia de Produção. In: MIGUEL, P.A.C. (Coord.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. cap. 06.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – BRASIL. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2007.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY – NREL. **Biomass Energy Basics**. Washington, 30 maio 2012. Disponível em: <http://www.nrel.gov/learning/re_biomass.html>. Acesso em: 28 mar. 2013.

NOGUEIRA, L. A. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986.

RAFUL, N.F., JUCHEM, D.M., CAVALHEIRO, M.E. Gestão ambiental como diferencial competitivo empresarial. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 6, n. 2, 2010.

REIS, L. G. **Produção da Monografia: da teoria à prática**. 2 ed. Brasília: Editora Senac, 2008.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SPITZCOVSKY, D. **Brasil é o 8º país que mais incentiva energias renováveis.** São Paulo, 27 jul. 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/energia/noticias/brasil-e-8o-pais-que-mais-incentiva-energias-renovaveis>>. Acesso em 10 abril, 2013.

WINROCK INTERNATIONAL BRAZIL. **Manual de Treinamento em Biodigestão.** 2008.V. 2.0. Disponível em <http://www.ieham.org/html/docs/Manual_Biodigestao.pdf> Acesso em 5 março de 2013.