

# POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS – O CASO DO ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA

**Bruno Medeiros Coelho** – brunocoelhom@hotmail.com  
**Dionízio Paschoareli Júnior** – dionizio@dee.feis.unesp.br  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Engenharia Elétrica  
**Cristhy Willy da Silva Romero** – cr\_willy@hotmail.com  
Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI - UNICAMP

**Resumo.** Este artigo apresenta o potencial energético de uma pequena propriedade rural com o objetivo de produzir energia elétrica com a biomassa localmente disponível. Para o mapeamento da biomassa foi utilizado um diagnóstico socioeconômico realizado por uma prestadora de serviços do INCRA. A tecnologia proposta para degradar a biomassa é o biodigestor, tendo como resultado do processo o biogás que, por sua vez, foi considerado como variável de entrada nos cálculos de produção de energia elétrica através de um motogerador. Dividiu-se em duas classes a biomassa existente: os dejetos de animais e as culturas agrícolas. Os resultados obtidos demonstram o potencial energético que uma pequena propriedade possui.

**Palavras-chave:** Uso energético do biogás, biomassa energética, fontes renováveis de energia.

## 1. INTRODUÇÃO

Está ocorrendo uma transformação no setor energético na busca por uma menor dependência dos combustíveis fósseis, através de alternativas de geração de energia, particularmente por meio de fontes renováveis (Mendez *et al.*, 2013).

No Brasil, cerca de 190 mil famílias brasileiras ainda vivem sem energia, a maior parte na zona rural (Diniz, 2015).

De acordo com Dal Bem *et al.* (2016), a dificuldade de acesso em determinadas áreas, longas distâncias dos centros de carga, falta de recursos, poucos consumidores por quilômetro, falta de manutenção, entre outros, contribuem para essa escassez de energia ou por obter energia de baixa qualidade, afetando o cotidiano das famílias e das comunidades rurais.

Segundo Hodge (2011), o uso de fontes renováveis é uma alternativa aos locais que não possuem energia elétrica ou àqueles que possuem energia de baixa qualidade. Dependendo do caso, o uso de fontes alternativas pode ser economicamente viável tanto para o proprietário quanto para a concessionária, como na economia com os custos do consumo de energia pelos moradores, como na economia com os custos da transmissão de energia elétrica até as propriedades pela concessionária.

As fontes renováveis de maior potencial nas áreas rurais são a solar, a eólica e a biomassa para a geração de energia elétrica. Segundo Figueiredo (2011) e Albarracín (2016), a biomassa é uma boa opção para a geração de energia por reduzir os impactos ambientais e contribuir para a sustentabilidade do local.

Conforme apontado pela literatura, a grande quantidade de biomassa existente nas áreas rurais que são desperdiçadas ou mal aproveitadas poderia ser revertida em combustível para a produção de energia elétrica, a fim de atender as demandas locais (Albarracín, 2016).

O presente artigo caracteriza estudo de caso desenvolvido no assentamento Estrela da Ilha, situado no município de Ilha Solteira (SP), a fim de estimar o potencial de produção de eletricidade no local. A partir dos dados obtidos pelo diagnóstico socioeconômico realizado no assentamento, é avaliado quanti-qualitativamente a capacidade de geração de energia elétrica através de um motogerador alimentado por biogás proveniente de um biodigestor, utilizado para gaseificar a biomassa.

Considera-se que a avaliação do potencial em gerar energia elétrica no assentamento pode fornecer subsídios para tomadas de decisões para a implantação de biodigestores nestas áreas e para formulação de políticas públicas como incentivo governamental.

## 2. PERFIL DA ÁREA RURAL CONSIDERADA

Conforme Yin (2005), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange abordagens específicas de coletas e análise de dados. Neste artigo, o estudo de caso é norteado pela metodologia da pesquisa-ação. Thiollent (1985, p. 14) define pesquisa-ação como “uma pesquisa embasada empiricamente com a

participação dos pesquisadores e participantes representativos na realização de uma ação ou uma resolução de um problema de modo cooperativo ou participativo”.

O estudo de caso foi desenvolvido no assentamento rural Estrela da Ilha, no município de Ilha Solteira (SP) representado na Fig. 1. O município se localiza no extremo noroeste do estado, faz divisa com o estado do Mato Grosso do Sul e a sua localização geográfica possui as coordenadas latitude 20°38'44" e longitude 51°06'35" (Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável, 2010-2013).

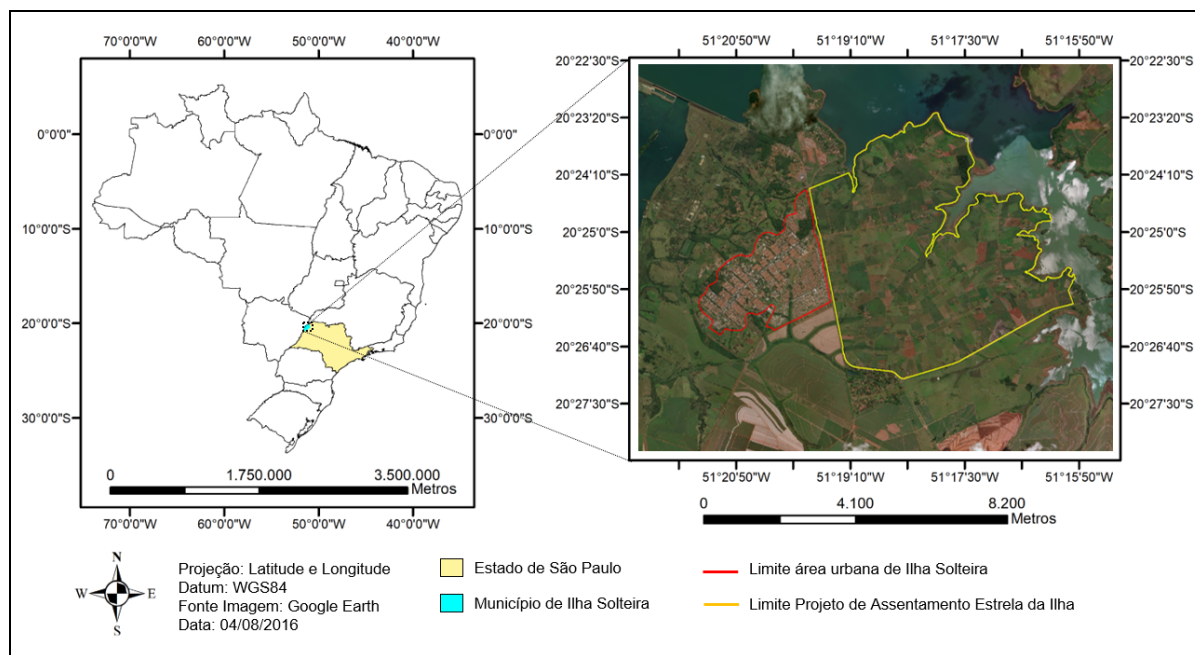


Figura 1 – Área urbana do município e área do assentamento Estrela da Ilha.

As informações sobre a caracterização do assentamento foram obtidas através de documentos oficiais cedidos para os autores pela COATER<sup>1</sup>, com fins de pesquisa. A COATER é a prestadora de serviços do INCRA, responsável pela Regional de Andradina - SP (composta por 17 municípios, incluindo o município de Ilha Solteira).

O assentamento Estrela da Ilha possui uma extensão de 29,64 km<sup>2</sup> e sua divisão está caracterizada em 210 lotes, sendo 182 lotes com 140.000m<sup>2</sup> e 28 lotes com 35.000m<sup>2</sup>. As principais atividades exercidas são o cultivo de culturas perenes e anuais e produção de animais, principalmente de bovinos destinados a prática leiteira.

Este assentamento está muito próximo da área urbana e é conectado à rede elétrica de distribuição através de um alimentador trisfásico, cuja tensão primária é 13,8 kV. A rede elétrica no assentamento é majoritariamente bifásica, com transformadores abaixadores que atendem tipicamente de dois a três lotes, com tensão secundária de 230 V com derivação central, permitindo a utilização das tensões 230/115 V.

No início do ano de 2016, a COATER realizou, através de uma solicitação do INCRA, a aplicação do diagnóstico socioeconômico em cada lote inserido na regional de Andradina, a fim de levantar dados gerais do lote, abordando questões desde relação familiar até a infraestrutura de cada unidade produtiva.

Para a realização da aplicação dos diagnósticos, foi feito um planejamento de logística, quanti-qualitativo das produções animais e vegetais. Os pesquisadores tiveram a oportunidade de realizar a aplicação dos diagnósticos juntamente com a equipe técnica da COATER.

Os dados obtidos foram contabilizados para o cálculo de geração de biomassa. Os dados referentes ao potencial energético para conversão em energia elétrica, se resumem em: Informações como a quantidade de animais existentes (bovinos, suínos e aves); o uso das áreas ocupadas do solo, em hectares, distribuídas em áreas de pastagem, culturas permanentes, culturas anuais, horticulturas e reflorestamento.

Também foi realizado um levantamento sobre o consumo de energia elétrica juntamente com os moradores em todo o assentamento. Foram obtidas contas de energia de um período de 12 meses em 116 propriedades, incluindo a sede do assentamento que é uma área comunitária e nela possui um tanque de resfriamento de leite de uso coletivo dos moradores para a comercialização do leite. Em seguida, foi estimado para as 210 propriedades existentes no assentamento uma média de consumo diário de energia elétrica.

Portanto, foi possível obter informações relevantes para o desenvolvimento do estudo e as informações compartilhadas e disponibilizadas pela COATER foram essenciais para o desenvolvimento do estudo.

<sup>1</sup> COATER – (Cooperativa de Trabalho de Assessoria Técnica e Extensão Rural). Instituição prestadora de serviços ao INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). Rua Floriano Peixoto, 1291 - Centro - CEP 16911-040. Fone (18) 3722-0745 ([coater@coater.com.br](mailto:coater@coater.com.br))

### 3. A BIOMASSA COMO VETOR ENERGÉTICO

Biomassa (massa biológica) é a quantidade de matéria orgânica de proveniência vegetal ou animal. A biomassa contém energia química da transformação energética provida pela radiação solar e essa energia pode ser liberada pela combustão direta ou convertida em outras fontes de energia, através de processos tecnológicos diversos (Nogueira *et al.*, 2003). A biomassa resultante da decomposição de resíduos vegetais (florestais, agrícolas, etc.), animais (esterco, etc.), industriais ou domésticos é abundante, mas pouco utilizada na produção de energia, particularmente energia elétrica.

Dentre as tecnologias para converter a biomassa em energia elétrica, o presente estudo selecionou a utilização de biodigestores por se enquadrar melhor nas condições do assentamento rural. Segundo Silva (2015), o biodigestor é uma câmara vedada, sem a presença de oxigênio, e a biomassa depositada é diluída em água. Através de ações de bactérias são produzidos o biogás e o biofertilizante.

Segundo Angonese *et al.* (2006), o uso de biodigestores no meio rural é eficiente pelo fácil acesso da biomassa disponível, como restos de culturas e dejetos de animais, pelo grande potencial de geração de energia e pela diminuição dos impactos ambientais tanto pelo depósito destes resíduos *in natura* no ambiente quanto pelo uso de combustíveis fosseis.

Guardado (2006), afirma que o biogás é o produto final da degradação da biomassa que ocorre através da ação de um grupo de bactérias, dentre elas as bactérias fermentativas hidrolíticas, bactérias fermentativas acidogênicas, bactérias acetogênicas e pelas bactérias metanogênicas, em meio anaeróbio (sem a presença de oxigênio), denominando assim, o processo de fermentação anaeróbica.

O biogás é incolor, e inflamável com alto poder calorífico, composto por metano (CH<sub>4</sub>) com representatividade de 60 a 70% da mistura, gás carbônico (CO<sub>2</sub>) de 30 a 40% e outros gases como nitrogênio (N), hidrogênio (H) e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) complementa a mistura em proporções bem menores, em torno de 1% (EMBRAPA, 1981).

Segundo Mamani (2015), o biogás pode ser utilizado diretamente em queimadores, fogões, estufas, iluminação, e também pode ser utilizado como combustível em máquinas de combustão adequadas para o seu recebimento, como em motores para gerar energia elétrica.

Marques (2012) informa que os equipamentos primários mais utilizados na geração de energia elétrica através do aproveitamento do biogás são os motores de combustão interna. Forma-se um conjunto entre geradores de eletricidade acoplados a motores de ignição por centelha, conhecido como ciclo de Otto.

Portanto, o presente estudo baseou-se no uso de biodigestores para a degradação da biomassa e do grupo motogerador para a geração de energia elétrica através do biogás, produto oriundo da degradação da biomassa.

### 4. ENERGIA ELÉTRICA DO BIOGÁS – O CASO DO ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA

Para o mapeamento da biomassa presente no assentamento Estrela da Ilha, dividiu-se em duas as fontes de biomassa existentes no local: fontes animais e fontes vegetais.

Sobre as fontes animais, após a quantificação dos animais em todo o assentamento, obteve a média de dejetos gerados diariamente por cada espécie, e também, o volume de biogás (m<sup>3</sup>) gerado com 1 kg de esterco. Desta forma, obteve-se resultado total de biogás (m<sup>3</sup>/dia) de todos os animais existentes no assentamento.

Após mensurar a produção total de biogás, o estudo considerou a utilização do biodigestor acoplado ao motogerador para a conversão do biogás em energia elétrica. De acordo com a metodologia de CCE (2000) adaptado por Marques (2012), retrata ao adaptar o motogerador de origem a diesel para o uso do biogás como combustível, resulta uma equivalência de 25% na transformação do biogás em energia elétrica.

Em relação a fonte dos vegetais, o estudo baseou-se no valor estimado por Menezes (2011) que apontou a existência de biodigestores em operação que são alimentados por misturas de culturas e geram uma média de 75 giga joule (GJ) por hectare (ha) de energia líquida.

#### 4.1 Fonte de biomassa animal

Através dos diagnósticos socioeconômicos aplicados em todos os 210 lotes do assentamento Estrela da Ilha no início de 2016, foi possível quantificar os animais existentes. A Tab. 1 discrimina os tipos de animais e a quantidade existente no assentamento.

Tabela 1 – Quantidade de animais no assentamento Estrela da Ilha, 2016.

Tipo de animais	Quantidade de animais (cabeça)
Bovino	3.357
Suíno	664
Ave	10.527
Total	14.548

A partir da quantidade de animais tabuladas, foi elaborada uma tabela com o total de biogás ( $\text{m}^3/\text{dia}$ ) que de maneira hipotética, indica o que é possível produzir com o total dos dejetos de todos os animais existentes. O total obtido teve por base os dados fornecidos pelos autores acima citados. Estes dados são:

- Média de dejetos ( $\text{kg}/\text{dia}$ ): é a quantidade média de dejetos produzidos por cada animal de sua determinada espécie (Sganzerla, 1983);

-  $\text{m}^3$  de biogás/ $\text{kg}$  de esterco: relação entre a média de dejetos ( $\text{kg}/\text{dia}$ ) por espécie de animal sendo convertido em biogás ( $\text{m}^3/\text{dia}$ ) (Colatto *et al.*, 2011);

-  $\text{m}^3$  biogás/animal/dia: quantidade de biogás produzido por cada animal de sua espécie por dia (Kunz *et al.*, 2006).

A Tab. 2 apresenta a quantidade diária de produção de biogás em  $\text{m}^3$  pela quantidade total de animais existentes no Assentamento Estrela da Ilha.

Tabela 2 – Produção total de biogás pelos animais.

	Quantidade de animais (cb)	Média de dejetos( $\text{kg}/\text{dia}$ )	$\text{m}^3$ de biogás/ $\text{Kg}$ de esterco	$\text{m}^3$ biogás/animal/dia	Total de biogás ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )
Bovino	3.357,00	10,00	0,037	0,37	1.242,09
Suíno	664,00	2,25	0,062	0,14	92,63
Ave	10.527,00	0,18	0,055	0,01	104,22
<b>Total</b>					<b>1.438,94</b>

O valor calculado pela planilha, estima-se que a produção total diária de biogás pelos animais é de 1.438,94  $\text{m}^3/\text{dia}$ .

Para a conversão do biogás em energia elétrica, baseou-se na metodologia de CCE (2000) adaptado por Marques (2012), sobre a equivalência de 25% do uso do biogás como combustível no motogerador. O valor obtido é de 359,73  $\text{kWh}/\text{dia}$ .

## 4.2 Fonte de biomassa vegetal

Em relação a biomassa disponível dos vegetais, a Tab. 3 está subdividida em culturas permanentes, culturas anuais, pasto, reflorestamento e em destaque o milho por ser a cultura em maior escala de produção local pela sua relevância como um dos principais produtos comercializados no assentamento e também na preparação do silo para os animais.

Tabela 3 – Quantidade total de vegetais no assentamento Estrela da Ilha, 2016.

Tipo de vegetais	Quantidade de vegetais (hectare)
Milho	78,26
Culturas permanentes	126,12
Culturas Anuais	134,73
Pasto	1.892,36
Reflorestamento	7,65
<b>Total</b>	<b>2.239,12</b>

Cultura permanente são aquelas que proporcionam mais de uma colheita e duram mais de um ano. As principais culturas permanentes encontradas no assentamento são: laranja, limão, mamão, abacate, coco, manga, jaca, tangerina, banana, acerola, café, urucum, cana de açúcar, entre outras em menor escala.

Cultura anual ou temporária são aquelas que após a colheita precisam serem replantadas. Normalmente o período de colheita é inferior a um ano. As principais culturas anuais encontradas no assentamento são: milho, sorgo, feijão, batata doce, abóbora, berinjela, jiló, maxixe, pepino, pimenta, pimentão, quiabo, mandioca, vagem e as verduras, entre elas estão alface, couve, rúcula, salsa, cebolinha, almeirão, chicória, entre outras.

O pasto é a área onde os animais ficam livres e se alimentam da vegetação rasteira, mais conhecido como forrageira. Dentre elas, a mais encontrada no assentamento é a *Brachiaria decumbens*, por ser de fácil adaptação ao solo, resistente a períodos de seca com baixa necessidade de irrigação e também pelo cultivo de baixo custo. A vegetação de reflorestamento está destacada por causa do Eucalipto.

Devido ao fato constatado “*in loco*”, a pastagem não pode ser contabilizada devido ao fato dos rebanhos utilizarem na alimentação e não haver matéria suficiente disponível para o processo. O reflorestamento também não é utilizado, pois sua utilização neste processo ocorre através da queima feita em termoelétricas, desta forma, foge da proposta da pesquisa, a utilização de biodigestores. A tab. 4 consta somente os vegetais que foram calculados.

Tabela 4 – Quantidade de vegetais no assentamento Estrela da Ilha, 2016.

Tipo de vegetais	Quantidade de vegetais (hectare)
Milho	78,26
Culturas permanentes	126,12
Culturas Anuais	134,73
<b>Total</b>	<b>339,11</b>

A Tab. 5 utilizou como base de cálculo da produção total de energia elétrica pelos vegetais em quilowatt-hora por dia os dados de Menezes (2011) e da ANEEL (2008) para o cálculo.

Tabela 5 – Produção total de energia elétrica pelos vegetais.

	Produção Vegetal (ha)	Giga joule/hectare	Total giga joule (GJ)	Fator conversão (J/kWh)	Total kWh/ano	Total kWh/dia
Milho	78,26	75,00	5.869,50	$277,7 \times 10^{-9}$	1.629.960,15	4.465,64
Culturas permanentes	126,12	75,00	9.458,62	$277,7 \times 10^{-9}$	2.626.660,16	7.196,33
Culturas anuais	134,73	75,00	10.104,75	$277,7 \times 10^{-9}$	2.806.089,08	7.687,92
<b>Total</b>	<b>339,11</b>		<b>25.432,88</b>		<b>7.062.709,39</b>	<b>19.349,89</b>

A somatória do potencial da produção animal e vegetal em relação ao todo assentamento Estrela da Ilha é de 19.709,62 kWh/dia.

Sobre o consumo de energia no assentamento, o valor médio obtido das 116 propriedades no período de 12 meses foi de 29.388,68 kWh/mês. Ao considerar as 210 propriedades existentes em todo o assentamento obteve-se uma média de 53.203,64 kWh/mês, o que é o equivalente a 1.773,45 kWh/dia.

Diante deste cenário, o valor total obtido do potencial do assentamento em gerar energia elétrica indica que é possível suprir todo o consumo de energia do local e ainda sobrar uma quantidade de 17.936,17 kWh/dia, ou seja, 91% da energia potencialmente produzida pela biomassa existente no assentamento ficará disponível para outras finalidades.

De acordo com a Resolução Normativa nº 687 de 2015 fornecida pela ANEEL, o assentamento pode ser enquadrado na geração compartilhada, isto é, caracteriza-se pela reunião de consumidores dentro da mesma área de concessão, que possua unidade consumidora com microgeração (geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 75 kW) ou minigeração (geradora de energia elétrica com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW) distribuída e a energia excedente é compensada.

Essa compensação é através de crédito em que a unidade consumidora pode consumir a quantidade de energia ativa por um prazo de 60 (sessenta) meses. Ao estimar e simular o potencial do assentamento em gerar energia elétrica, os moradores podem se organizar para implantar os biodigestores de forma estratégica para acesso a todos.

Torna-se viável se a produção de energia for superior aos custos da implantação e manutenção dos biodigestores, e dos gastos diários da energia elétrica.

Outra situação importante é a relação com o meio ambiente, evita a contaminação dos recursos hídricos, do solo e do ar com a conversão da biomassa normalmente lançada nos rios, enterradas e até mesmo queimadas. Esse cenário pode gerar a sustentabilidade do local, conseqüentemente uma melhora na qualidade de vida. Barichello (2010) apresentou em seu estudo a necessidade da conscientização dos proprietários em manejar e destinar de forma adequada os resíduos, e para tal, considera como uma maneira eficiente e rentável, o uso de biodigestores.

Calza *et al.* (2015) apresentou em seu estudo que a maior produção anual de energia a partir do biogás dentre os dejetos de animais, foi a dos bovinos, além da viabilidade econômica com a implantação de biodigestores.

A relação social torna-se também um fator positivo, pois promove a condição para os moradores se reunirem e trabalharem em conjunto, potencializando o desenvolvimento da comunidade, melhora na qualidade de vida, além de poder expandir a atividade a nível municipal, com possibilidade de destaque regional.

A implantação de biodigestores é uma opção que deve ser bem estudada para que seja possível otimizar a relação custo x benefício entre um biodigestor individual, um biodigestor para cada grupo de lotes ou até mesmo um único biodigestor para todo o assentamento (desta forma caracterizaria como uma micro usina). Esta relação tem que considerar situações como a coleta diária, a manutenção, o transporte, custo de mão de obra, custo de maquinário e equipamentos.

Afim de se analisar uma destas possibilidades citadas, selecionou-se o tanque de leite como um cenário possível e avaliar seu real benefício para o local. Nesta situação, implanta-se um biodigestor na sede para atender a demanda exclusiva do tanque de resfriamento do leite à toda comunidade.

A sede se localiza num local estratégico dentro do assentamento e pertence a uma área coletiva, ou seja, pertence a toda a comunidade, e a comercialização do leite é a principal atividade exercida pelos moradores. Com isso, resulta uma

economia para toda a população e facilita a organização dos moradores que frequentam diariamente para a entrega do leite no abastecimento do biodigestor e de sua manutenção adequada.

A Tab. 6 retrata o histórico de consumo do tanque de leite em um período de 12 meses, entre os meses de junho de 2016 a junho de 2017.

Tabela 6 – Histórico de consumo de energia em kWh/mês do tanque de leite do assentamento Estrela da Ilha em 2016/2017, adaptada da conta de energia.

<b>Histórico de Consumo</b>			
<b>Orig.</b>	<b>Dt. Ref.</b>	<b>Dias</b>	<b>Faturado</b>
ANL	jun/16	32	1087
MFA	jul/16	30	1490
MFA	ago/16	30	1461
ANL	set/16	32	580
MFA	out/16	30	1469
MFA	nov/16	29	1452
ANL	dez/16	31	2152
MFA	jan/17	30	1494
MFA	fev/17	29	1487
ANL	mar/17	32	3191
MFA	abr/17	29	1575
MFA	mai/17	30	1578
ANL	jun/17	32	1700

A média dos 12 meses foi de 1.635,75 kWh por mês, o que significa que um pequeno biodigestor atenderá a demanda do tanque de leite satisfatoriamente.

A realidade dos moradores mostra uma dificuldade financeira para implantarem os biodigestores, talvez um incentivo governamental através de políticas públicas possa ser o caminho para a implantação deste sistema e a capacitação dos próprios moradores para que sejam a mão de obra necessária para a operação e manutenção de todo o sistema, conforme Albarracin (2016) apresentou em seu estudo.

No cenário do tanque de leite o valor da implantação do biodigestor, do conjunto motogerador e das conexões seja atrativa ao levar em consideração a contribuição de toda a comunidade.

## 5 CONCLUSÃO

O valor da simulação de produção de energia elétrica pelos animais foi de 359,73 kWh/dia e pelos vegetais foi de 19.349,89 kWh/dia, resultando um total de 19.709,62 kWh/dia de todo o assentamento.

O cenário possivelmente mais adequado de acordo com a realidade atual é a implantação de um biodigestor na sede para atender a demanda do tanque de leite, de uso coletivo além de ser a principal atividade do assentamento a comercialização do leite.

A partir das simulações, foi possível verificar que o uso de biodigestores e motogeradores consiste numa alternativa adequada para complementar a demanda de energia elétrica e tornar o meio mais sustentável.

De acordo com o trabalho, a principal cultura foi a do milho produzida no assentamento, tanto para a comercialização tanto para preparação do silo para os animais. O potencial dos resíduos desta cultura rica energeticamente torna-se um atrativo para que a produção aumente e possa ser revertido em energia elétrica através dos biodigestores.

Em relação aos animais, o número de bovinos ganha destaque por causa da pecuária leiteira, tendo como seus dejetos uma fonte rica em produzir energia elétrica.

### *Agradecimentos*

Agradecemos a instituição CNPq pelo financiamento desta pesquisa, a COATER, por disponibilizar dados referentes ao assentamento rural Estrela da Ilha e aos moradores pelo fornecimento de informações, colaborando com este trabalho.

## REFERÊNCIAS

Albarracin, A. L. T., 2016. Biogás Oriundo de Resíduos como Vetor Energético no Brasil. Dissertação (Mestrado) pelo Programa de Engenharia Mecânica da Universidade estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas – SP, 115p.

- Angonese, A. R., Campos, A. T., Palacio, S. M., 2006. Avaliação da Eficiência de um Biodigestor Tubular na Redução da Carga Orgânica e Produção de Biogás a partir de Dejetos Suínos. *AGRENER: Energia e Meio Rural*, n. June, p. 7.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica., 2008. Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 3ª Edição. Brasília.
- Barichello, R., 2010. 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. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria – RS.
- Calza, L. F., Lima, C. B., Nogueira, C. E. C., Siqueira, J. A. C., Santos, R. F., 2015. Avaliação dos Custos de Implantação de Biodigestores e da Energia Produzida pelo Biogás. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.35, n.6, p.990-997.
- CCE – Centro para Convenção de Energia., 2000. Guia Técnico do Biogás. Ed. JE92 Projetos de Marketing Ltda. Algés, junho.
- Colatto, L., Langer, M., 2011. Biodigestor – Resíduo Sólido Pecuarário para Produção de Energia. *Unoesc & Ciência – ACET, Joaçava*, v. 2, p. 119-128, jul./dez.
- Dal Bem, J. C. T., Barbi, I., Normey-Rico, J. E., Ruther. R., 2016. Solução para Bombeamento de Água em Propriedades Rurais Utilizando Energia Solar Fotovoltaica. *Revista Brasileira de Energia Solar* ano 7, volume VII número 1, p.50-57.
- Diniz, M., 2015. No Ano Internacional da Luz, 1,5 Bilhão de Pessoas Vivem no Escuro pelo Mundo. Agência Brasil, Brasília. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2015-06/no-ano-internacional-da-luz-15-bilhao-de-pessoas-vivem-no-escuro>>. Acesso em: 11 de novembro de 2017.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária., 1981. Biogás, Independência Energética do Pantanal Mato-Grossense. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Corumbá – MS.
- Guardado, J., 2006. Tecnología del Biogás. *Energía y Tu*, n. 34.
- Hodge, B. k., 2011. Sistemas e Aplicações de Energias Alternativas. São Paulo: LTC. p. 324.
- Kunz, A., Oliveira, P. A. V., 2006. Aproveitamento de Dejetos de Animais para Geração de Biogás. *Revista de Política Agrícola*, Ano XV, nº 3, jul./ago./set.
- Figueiredo, N., 2011. Utilização de Biogás de Aterro Sanitário para Geração de Energia Elétrica – Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado em Energia, Escola Politécnica / Faculdade de Economia e Administração / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de física, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo.
- Mamani, L. A. B., 2015. Desenvolvimento de um Reator para Geração de Biogás a Partir de Microalgas como Alternativa Energética nas Áreas Rurais. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia – UFBA. Salvador, 119p.
- Marques, C. A., 2012. Microgeração de Energia Elétrica em uma Propriedade Rural Utilizando Biogás como Fonte Primária de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR.
- Mendez, L. F. R., Erthal Júnior, M., Hosken, L. A. L., 2013. Seleção de Sistema de Fornecimento de Energia Elétrica para Propriedades Rurais Litorâneas Localizadas no Norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Eletrônica Produção & Engenharia*, v. 4, n. 1, p. 338-345.
- Menezes, S. L., 2011. Cana-de-açúcar e Silagem de Cana em Codigestão com Esterco Bovino na Produção de Biogás. Tese de Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação de Zootecnia do Campus de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal – SP.
- Nogueira, L. A. H., Lora, E. E. S., 2003. Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência. 199 p.
- Silva, F. P., 2015. Possibilidade de Autonomia e Soberania Energética Através da Biodigestão Anaeróbica em Assentamento da Reforma Agrária: Estudo de Caso no Projeto de Assentamento Pequeno Willian – DF. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural da Universidade de Brasília – UNB. Planaltina – DF, 161p.
- Sganzerla, E., 1983. Biodigestor: Uma Solução. Porto Alegre: Agropecuária.
- Thiollent, M., 1985. Metodologia da Pesquisa-Ação. São Pulo: Cortez.
- Yin, R. K., 2005. Estudo de caso: Planejamento e Métodos. 3ed. Porto Alegre: Bookman.

### **BIOMASS ENERGY POTENTIAL ON SMALL RURAL PROPERTIES – THE CASE OF SETTLEMENT ESTRELA DA ILHA**

**Abstract.** *This paper presents the energy potential of a small rural property with the objective of producing electric energy with locally available biomass. For the biomass mapping, a socioeconomic diagnosis was used by an INCRA service provider. The proposed technology to degrade biomass was the biodigester, resulting in the biogas process which, in turn, is considered as input variable in the calculations of electric energy production through a motor generator. The existing biomass was divided into two classes: animal waste and agricultural crops. The obtained results demonstrate the energetic potential that a small property possesses.*

**Key words:** *Energy use of biogas, energy biomass, renewable energy sources.*