



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

BRUNO MEDEIROS COELHO

**DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL ENERGÉTICO PARA A PRODUÇÃO DE
BIOENERGIA EM PROPRIEDADES RURAIS**

Ilha Solteira
2018

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

BRUNO MEDEIROS COELHO

DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL ENERGÉTICO PARA A PRODUÇÃO DE BIOENERGIA EM PROPRIEDADES RURAIS

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre na área de Engenharia Elétrica.

Área de conhecimento: Automação

Prof. Dr. Dionízio Paschoareli Júnior
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C672d Coelho, Bruno Medeiros.
Diagnóstico do potencial energético para a produção de bioenergia em propriedades rurais / Bruno Medeiros Coelho. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018
73 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Automação, 2018

Orientador: Dionízio Paschoareli Júnior
Inclui bibliografia

1. Propriedade rurais. 2. Diagnóstico. 3. Energia elétrica.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/SP - 9999



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Diagnóstico do Potencial Energético para a Produção de Bioenergia em Propriedades Rurais

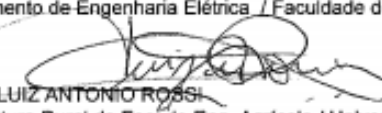
AUTOR: BRUNO MEDEIROS COELHO

ORIENTADOR: DIONIZIO PASCHOARELI JUNIOR

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENGENHARIA ELÉTRICA, área: AUTOMAÇÃO pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. DIONIZIO PASCHOARELI JUNIOR
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. CARLOS ANTONIO ALVES
Departamento de Engenharia Elétrica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. LUIZ ANTONIO ROSSI
Infraestrutura Rural da Fac. de Eng. Agrícola / Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Ilha Solteira, 19 de março de 2018

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Deus, por estar sempre ao meu lado, guiando meus passos e iluminando meu caminho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Dionízio Paschoareli Júnior, pela oportunidade em trabalhar dentro do universo da engenharia elétrica e por acreditar no meu potencial, tendo como exemplo de um excelente profissional e de uma excelente pessoa.

A minha família que tenho como alicerce da minha vida, entre eles meus pais Sueli e Anísio, meus irmãos Julice, Stéfano e Renan, minhas tias Célia, Madalena e Marinez e, em especial a minha companheira Natália que sempre me incentivou e me encorajou desde muito antes de iniciar o projeto.

A instituição CNPq por me contemplar uma bolsa de estudos que me permitiu desenvolver o projeto.

A prestadora de serviços COATER por ter aberto as portas e por permitir eu ter participado da aplicação dos diagnósticos socioeconômicos e por terem disponibilizados informações relevantes para o projeto, juntamente com o INCRA que complementou com dados sobre o assentamento.

Por fim, agradecer todos os moradores do assentamento rural Estrela da Ilha por me recepcionar de forma positiva e bem atenciosa, compreendendo o intuito da minha pesquisa e a colaboração deles foi o ponto alto da pesquisa.

“Se cumpres o teu dever e não aspiras a outro prêmio que não seja a consciência tranquila, quem te poderá fazer o mal, se procuras somente o bem?”. Francisco Cândido Xavier.

RESUMO

Este estudo apresenta o diagnóstico do potencial energético para a produção de bioenergia nas propriedades rurais através da biomassa disponível, por meio do biodigestor e do motogerador para sua conversão em energia elétrica. Utiliza-se como estudo de caso o assentamento rural Estrela da Ilha para mapear e quantificar o total da biomassa encontrada: na classe animal há a quantidade de 3.357 bovinos, 664 suínos e 10.527 aves com potencial em produzir 359,73 kWh/dia. Enquanto na vegetal há 212,99 hectares de culturas anuais e 126,12 de culturas permanentes, com potencial em produzir 19.349,89 kWh/dia. A partir destes dados, cria-se 4 diferentes cenários com as condições do local a fim de avaliar a possibilidade de implantação dos biodigestores e motogeradores e de ampliar o potencial energético com novas culturas energéticas.

Palavras-chave: Propriedade rurais. Diagnóstico. Energia elétrica.

ABSTRACT

This study presents the energy potential diagnosis to produce bioenergy in the rural properties through the biomass available, through the biodigester and the motor generator for its conversion into electric energy. The rural settlement Estrela da Ilha is used as a case study to map and quantify the total biomass found: in animal class are 3,357 cattle, 664 pigs and 10,527 birds with a potential to produce 359.73 kWh/day. While in vegetable class are 212.99 hectares of annual crops and 126.12 permanent crops, with potential to produce 19,349.89 kWh/day. From these data, 4 different scenarios with the local conditions are created to evaluate the possibility to implant biodigestors and motor generators and to increase the energy potential with new energy crops.

Keywords: Rural property. Diagnosis. Electricity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Matriz elétrica do Brasil, 2014.....	13
Figura 2	- Tecnologias para conversão de biomassa em energia.....	18
Figura 3	- Processo de fermentação anaeróbio da biomassa.....	25
Figura 4	- Biodigestor de modelo indiano.....	29
Figura 5	- Biodigestor de modelo indiano em representação tridimensional..	29
Figura 6	- Biodigestor modelo chinês.....	30
Figura 7	- Representação tridimensional do biodigestor modelo chinês.....	31
Figura 8	- Biodigestor modelo canadense.....	32
Figura 9	- Motogerador adaptado por Souza (2010)	34
Figura 10	- Área urbana do município e área do assentamento Estrela da Ilha	45
Figura 11	- Informações gerais do assentamento Estrela da Ilha.....	46
Figura 12	- Mapa do assentamento Estrela da Ilha.....	47
Figura 13	- Planta 3D da UPA.....	50
Figura 14	- Planta baixa da UPA.....	50
Figura 15	- UPA em construção.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Tipos de resíduos para geração de biogás.....	19
Tabela 2	- Produção de biogás por tipo de biomassa.....	20
Tabela 3	Potencial energético da biomassa por tonelada.....	22
Tabela 4	- Produção de dejetos por rebanho de animais extensivos.....	23
Tabela 5	- Valores de conversão energética em biogás e concentração de metano.....	23
Tabela 6	- Geração de biogás a partir dos dejetos animais.....	23
Tabela 7	- Uso diário de biogás para uma família de cinco pessoas.....	24
Tabela 8	- Tempo de retenção hídrica dos resíduos.....	27
Tabela 9	- Desempenho de biodigestores modelo indiano e chinês, com capacidade de 5,5m ³ de biomassa, operados com esterco bovino	31
Tabela 10	- Recursos animais.....	40
Tabela 11	- Recursos vegetais.....	41
Tabela 12	- Quantidade de animais no assentamento Estrela da Ilha, 2016....	53
Tabela 13	- Geração total de biogás pelos animais.....	54
Tabela 14	- Quantidade de vegetais no assentamento Estrela da Ilha, 2016...	55
Tabela 15	- Quantidade de vegetais utilizados para a produção de energia.....	56
Tabela 16	- Produção de energia em giga joule por hectare.....	56
Tabela 17	- Produção total de energia elétrica pelos vegetais.....	56
Tabela 18	- Custo por modelo e capacidade de biodigestor no ano de 2015...	57
Tabela 19	- Biomassa vegetal para o tanque de leite e para a UPA.....	59
Tabela 20	- Potencial de geração de energia elétrica pelo capim-elefante.....	60

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AC	Área Comunitária
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regular
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Área de Preservação Ambiental
BT	Baixa Tensão
CCE	Centro para Convenção de Energia
COATER	Cooperativa de Trabalho de Assessoria Técnica e Extensão Rural
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MCI	Motor de Combustão Interna
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
ONUDI	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PCI	Poder Calorífico Inferior
PCS	Poder Calorífico Superior
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
RL	Reserva Legal
TRH	Tempo de Retenção Hídrica
UPA	Unidade de Processamento de Alimentos

LISTA DE SÍMBOLOS

CH ₄	gás metano
CO ₂	gás carbônico ou dióxido de carbono
J	joule
H ₂ S	gás sulfídrico ou ácido sulfídrico
ha	hectare
Kcal	Quilocaloria
kWh	Quilowatt-hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO.....	15
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2	BIOMASSA E SEUS PROCEDIMENTOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	17
2.1	DEFINIÇÃO DE BIOMASSA.....	17
2.2	FONTES DA BIOMASSA.....	19
2.2.1	Culturas agrícolas.....	20
2.2.2	Dejetos de animais.....	22
2.3	DEFINIÇÃO DE BIOGÁS.....	24
2.3.1	Processo de geração do biogás.....	24
2.4	DEFINIÇÃO DE BIODIGESTOR.....	28
2.5	MOTOGERADOR.....	32
2.6	POLÍTICAS PÚBLICAS DE FOMENTO ÀS FONTES RENOVÁVEIS.....	35
2.6.1	Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica.....	35
2.6.2	Mecanismo de desenvolvimento limpo.....	36
2.6.3	Resolução normativa nº 687.....	36
3	DIAGNÓSTICO DE POTENCIAL ENERGÉTICO.....	38
3.1	PROPRIEDADE RURAL COMO GERADORA DE ENERGIA ELÉTRICA	38
3.2	ITENS DE ANÁLISE.....	39
3.2.1	Potencial energético dos recursos animais.....	40
3.2.2	Potencial energético dos recursos vegetais.....	41
4	ESTUDO DE CASO - ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA.....	43
4.1	ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA.....	43
4.2	DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS.....	48
4.2.1	Aplicação do diagnóstico socioeconômico.....	48
4.2.2	UPA – Unidade de processamento de alimentos.....	49

4.2.3	Procedimento para o cálculo de conversão da biomassa em energia elétrica.....	51
5	AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA.....	53
5.1	QUANTIDADE DE ANIMAIS.....	53
5.2	QUANTIDADE DE VEGETAIS.....	54
5.3	AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO NO ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA.....	57
5.3.1	Cada lote como uma pequena propriedade rural.....	57
5.3.2	Implantação de uma micro usina para todo o assentamento.....	58
5.3.3	UPA e tanque de leite.....	59
5.3.4	Pasto como fonte energética.....	59
5.4	CONSIDERAÇÕES.....	60
6	CONCLUSÃO.....	62
6.1	CONSIDERAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	63
	REFERÊNCIAS.....	65
	ANEXO A – Diagnóstico socioeconômico.....	70
	ANEXO B – Conta de energia do tanque de leite.....	73

1 INTRODUÇÃO

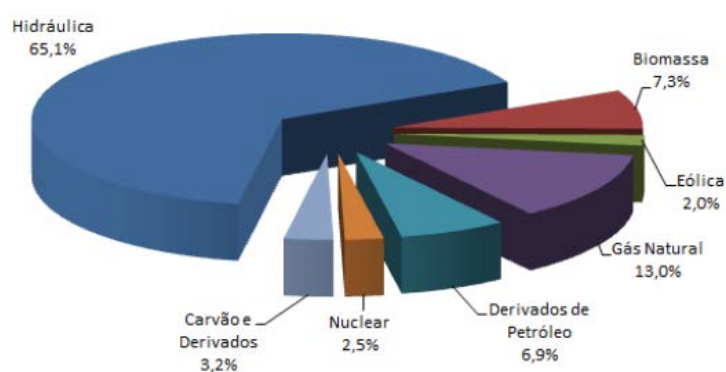
No Brasil, aproximadamente 1 milhão de famílias brasileiras ainda vivem sem energia elétrica, o que representa 0,48% do total da população no Brasil. Deste 0,48%, a maioria vive na zona rural com a representação de 82% (DASSIE, 2016). Além de trazer conforto, bem-estar, capacidade de uso de eletrodomésticos, eletrônicos e equipamentos para o trabalho, a energia elétrica traz a possibilidade de desenvolvimento socioeconômico dos trabalhadores o que permite otimizar e ampliar seus ganhos na realização de suas atividades, e assim, obterem melhora em sua qualidade de vida.

De acordo com Dal Bem et al. (2016), a dificuldade de acesso em determinadas áreas, as longas distâncias dos centros de carga, a escassez de recursos e o número de consumidores por quilômetro gera um pequeno acesso à energia e/ou ao acesso de baixa qualidade de energia, o que afeta diretamente 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.

O Brasil possui uma matriz de geração elétrica predominante de fontes renováveis, aproximadamente 87% de toda a produção. A Figura 1 representa a matriz elétrica brasileira 2015, tendo ano base o ano 2014.

Figura 1 – Matriz elétrica do Brasil, 2014.



Fonte: EPE (2015).

Goldemberg (2003) relata que o uso de fontes renováveis promove benefícios além da geração de energia elétrica, como empregos diretos e indiretos, na qualidade de vida, inclusão social e desenvolvimento regional.

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 Albarracin (2016), a biomassa é uma boa opção para a geração de energia por reduzir impactos ambientais e contribuir para a sustentabilidade do local.

Diversas tecnologias podem ser utilizadas na degradação da biomassa, dentre elas o biodigestor, que se constitui como uma câmara hermeticamente fechada, onde o material orgânico diluído em água é depositado e no seu interior ocorre a decomposição por bactérias anaeróbias, ou seja, sem a presença de oxigênio. O resultado desse processo de degradação é o biogás e o biofertilizante (SILVA, 2015).

O biogás é um composto de gases, em destaque o metano, com alto poder calorífico que é utilizado como combustível para o grupo motogerador na produção de energia elétrica (ONUDI, 2016).

O resíduo líquido gerado durante o processo de degradação da biomassa no biodigestor serve como biofertilizante, com grande teor de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, é excelente para a fertilização do solo, pois melhora as qualidades biológicas, químicas e físicas do mesmo, além de superar qualquer adubo químico. Por isso é chamado também de adubo orgânico (BARICHELLO, 2010).

A digestão dos dejetos de animais combinados com resíduos de atividades agrícolas e agroindustriais nos biodigestores, conhecido como co-digestão, permite um aumento do potencial de geração de biogás (RIBEIRO, 2013).

A Alemanha é um país em destaque na produção e uso de biogás de resíduos rurais, tanto de animais quanto de vegetais, e *energy crops*, que é o cultivo de uma planta energética específica para a produção de energia, como exemplo o capim-elefante. Estima-se que 80% da produção de energia através do biogás são associadas as atividades rurais, com 23% aos resíduos de atividades pecuárias, 3% resíduos de colheitas e 57% de *energy crops* (RIBEIRO, 2013).

No Brasil não há muitas experiências e estudos sobre co-digestão. Porém, possui um grande potencial na agricultura de energia, pois uma das vantagens é poder incorporar novas áreas à agricultura para geração de energia sem competir com a agricultura de alimento (BORGES et al., 2016).

Diante deste cenário, o estudo se propõe diagnosticar as propriedades rurais em relação ao seu potencial em produzir energia elétrica através da biomassa disponível com o uso de biodigestor como tecnologia de conversão, e, por meio de um mapeamento energético, investigar quais cenários que a propriedade pode explorar para aumentar seu potencial através das culturas energéticas.

1.1 OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de aproveitamento da biomassa como fonte geradora de energia elétrica para amenizar ou suprir as dificuldades de acesso da população nas propriedades rurais.

O desenvolvimento do diagnóstico como uma metodologia traz benefício às propriedades rurais com a possibilidade de calcular o potencial em gerar energia elétrica através da biomassa existente, além de criar diferentes possibilidades de cenários de implantação de biodigestores e motogeradores no local.

De modo específico, é proposto o desenvolvimento das etapas:

- Realização do levantamento dos tipos e das quantidades de biomassa disponíveis na propriedade;
- Quantificar o potencial energético da biomassa disponível;
- Realizar um mapeamento energético dos resíduos com maior potencial em geração de energia elétrica para a propriedade e região;
- Criar uma planilha que avalie a geração de energia elétrica através do potencial energético da biomassa existente na propriedade.

Com isso, espera-se discutir e apresentar novos cenários a serem explorados no processo de implantação de biodigestor nas propriedades rurais.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho dividiu-se em 6 capítulos descritos a seguir:

No Capítulo 2 consiste nos conceitos *biomassa*, *fontes energéticas*, *biodigestores*, *biogás* e *motogerador*, e descrever todo o processo de geração de energia elétrica através da degradação da biomassa a partir da literatura relacionada.

O Capítulo 3 aborda o desenvolvimento de uma metodologia (diagnóstico) que avalia o potencial de uma propriedade rural em gerar energia elétrica através de sua biomassa disponível, tendo como referência a implantação do biodigestor como tecnologia de conversão da biomassa em energia elétrica.

O Capítulo 4 traz um estudo de caso do assentamento Estrela da Ilha, no qual apresenta-se o mapeamento da quantidade de animais e de vegetais disponíveis no assentamento e a capacidade em obter biomassa para produção de energia elétrica, a partir dos dados obtidos pelo questionário socioeconômico aplicado em todos os lotes.

No Capítulo 5 discute-se a capacidade de produção de energia elétrica a partir da biomassa disponível e a viabilidade de implantar biodigestores para esta produção na propriedade.

Por fim, o Capítulo 6 é destinado às conclusões do trabalho e prospecção de novas linhas de pesquisa relacionadas ao tema da dissertação.

2 BIOMASSA E SEUS PROCEDIMENTOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Borges (2016) caracteriza o Brasil como um dos países com maior abundância em energia renovável do mundo, com destaque pela capacidade de incorporar novas áreas à agricultura para geração de energia sem competir com a agricultura de alimento e com os impactos ambientais, tendo a produção de biomassa como um grande destaque.

De acordo com objetivo do trabalho em diagnosticar o potencial das propriedades rurais em gerar energia elétrica através da biomassa disponível e com a possibilidade de ampliar a produção da biomassa com o mapeamento energético, este capítulo consiste em conceituar os termos e os procedimentos envolvidos no processo de conversão da biomassa em energia elétrica.

2.1 DEFINIÇÃO DE BIOMASSA

A biomassa pode ser formada através de resíduos vegetais (florestais, agrícolas, etc.), animais (esterco, etc.), industriais, domésticos e etc. Este insumo contém energia química provida de transformação energética da radiação solar e essa energia pode ser liberada através da combustão diretamente ou convertida em outras fontes de energia, através de processos tecnológicos diversos (NOGUEIRA et al., 2003).

Nogueira et al. (2003), classifica a biomassa em três grandes grupos, de acordo com a origem de sua matéria:

I – Madeira: Pode-se citar a lenha provida de florestas naturais ou de plantações energéticas, madeiras não aproveitadas nas serralherias e nas indústrias de papel e celulose, carvão vegetal, licor negro (subproduto derivado da indústria de papel e celulose), entre outros.

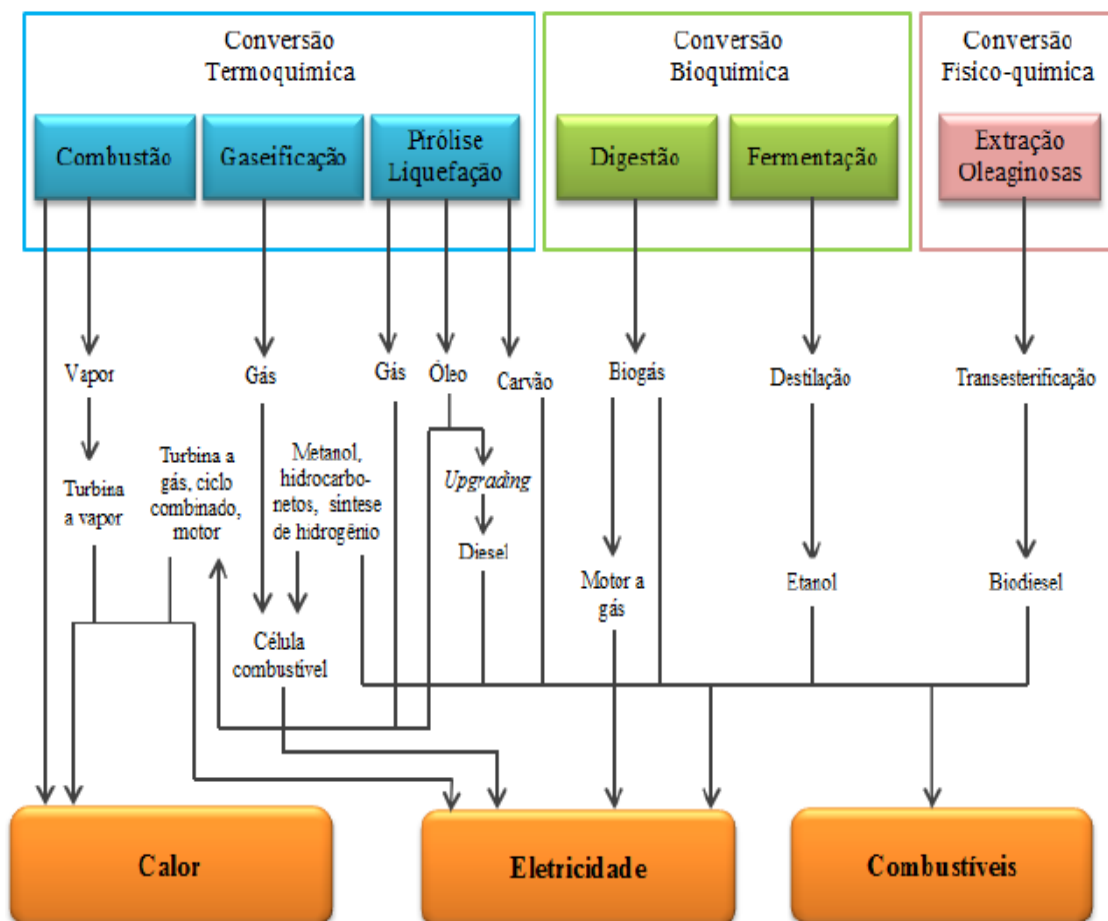
II – Resíduos Agrícolas e Oleaginosas: Neste grupo estão inseridas as culturas anuais como arroz, café, cana de açúcar, entre outros, resíduos das colheitas como as palhas, cascas, folhas. Também pode ser citado as plantas oleaginosas utilizadas na produção de bioóleos, como dendê, buriti, babaçu, mamona, soja, girassol, entre outras. Pode-se incluir também o esterco de animais que auxiliam nas atividades agrícolas.

III – Resíduos Urbanos: Pode citar neste grupo os lixos orgânicos acumulados pela população de forma geral e resíduos gerados no processo de tratamento dos esgotos.

Devido a forma de obtenção, a biomassa é classificada como uma fonte de energia renovável, ou seja, nunca se esgota.

O calor, a eletricidade e o combustível veicular são os resultados da utilização das tecnologias mais utilizadas na produção de energia tendo como recurso a biomassa. As tecnologias são classificadas em três grupos: i) processos de conversão termoquímica; ii) processos de conversão bioquímica; e iii) processos de conversão físico-químicos, representados pela Figura 2.

Figura 2 – Tecnologias para conversão de biomassa em energia



Fonte: Adaptado de Abarracin (2016).

Segundo Albarracin (2016) e Pavan (2010), tais processos representados pela Figura 2 consiste:

- Conversão termoquímica: consiste na produção de calor durante o processamento. Neste processo ocorre as reações endotérmicas e exotérmicas, onde os produtos e os resíduos incluem gás de síntese (composto de hidrogênio gasoso, monóxido e dióxido de carbono), resíduos sólidos e, dependendo do processo, líquidos orgânicos. Estão incluídos neste grupo os processos de incineração, gaseificação, pirólise e liquefação.

- Conversão bioquímica: ocorre a degradação da biomassa por microrganismos, liberando gases e líquidos. A digestão anaeróbia (sem a produção de oxigênio) e a fermentação pertencem a este grupo. A produção do biogás ocorre na digestão anaeróbia. Na fermentação, por sua vez, os açúcares são convertidos em álcool pela ação de microrganismos e os componentes finais são separados através de destilação.

- Conversão físico-química: de modo geral, este processo envolve a síntese física e química do produto, tendo a transesterificação como a tecnologia para empregar catalizadores alcalinos, ácidos ou enzimáticos e metanol ou etanol no processo.

2.2 FONTES DA BIOMASSA

Segundo Albarracin (2016), matérias primas utilizadas no processo de biodigestão são providas dos resíduos orgânicos que podem ser de origem animal, vegetal, agroindustrial, florestal, doméstico, entre outros. A Tabela 1 apresenta os tipos de resíduos aproveitáveis para a geração de biogás.

Tabela 1 – Tipos de resíduos para geração de biogás

RESÍDUOS	DESCRIÇÃO
Animais	Esterco, resíduos de matadouros, resíduos de peixes
Vegetais	Ervas daninhas, resíduos de colheitas, palhas
Humanos	Esgotos
Sólidos urbanos	Rejeitos de atividades domésticas e de varrição de ruas
Agroindustriais	Vinhoto, melaço, resíduos de sementes
Florestais	Folhas, ramos e cascas de árvores
Cultivos aquáticos	Algas marinhas, ervas daninhas aquáticas

Fonte: Minergia et al. (2011) adaptado por Albarracin (2016).

A Tabela 2 indica a produção de biogás, em m³/t de biomassa para vários tipos de matéria-prima.

Tabela 2 – Produção de biogás por tipo de biomassa

BIOMASSA	PRODUÇÃO DE BIOGÁS (m ³ /ton biomassa)
Fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos	150 - 200
Vinhaça, torta de filtro, palha e bagaço (processamento da cana de açúcar)	20 - 100
dejetos animais (suínos, bovinos e de aves)	12 - 70
Matadouros (carne, sangue)	30 - 185
Cama aviário	100 - 200
Resíduos agroindustriais (soro de leite, grãos, cervejeiros, hortifruti)	60 - 110
Resíduos de lavouras (soja, café, mandioca)	50 - 500
Culturas energéticas (milho, sorgo, tricale)	180 - 220
Lodos de esgoto	40 - 60

Fonte: Sebigas (2014) adaptado por Albarracin (2016).

Alguns fatores físico-químicos presentes nos resíduos influenciam nas atividades microbianas, consequentemente na quantidade e na qualidade do biogás produzido (ALBARRACIN, 2016).

Devido ao presente trabalho ter por foco as propriedades rurais, os resíduos mais disponíveis e de fácil manuseio são os resíduos de animais e de culturas agrícolas, pois as atividades com animais e o plantio de culturas são intrínsecas as propriedades rurais produtoras.

2.2.1 Culturas agrícolas

A biomassa agrícola é composta por culturas ricas em poder energético juntamente com os dejetos animais, sendo, portanto, uma das principais fontes disponíveis nas áreas rurais para a geração de energia elétrica. Dentre as culturas pode-se destacar a cana de açúcar, o milho, o trigo, a beterraba, a soja, o amendoim, o girassol, a mamona, o dendê, o arroz, o pinhão manso, entre outras (MME, 2014).

Segue uma breve descrição das culturas com maior destaque no cenário brasileiro voltado para a geração de energia nas áreas rurais (MME, 2014).

- Cana de açúcar: A cana de açúcar possui um cenário a parte, pois além de seu poder energético para geração de energia, ela produz álcool para combustível (Etanol) utilizado em veículos, além de outras finalidades. Segundo Cardoso (2012), o poder calorífico inferior da cana de açúcar considerando todos os componentes (sacarose, fibras, água e outros) é de 1.060 kcal/kg com 50% de umidade. O bagaço com 50% de umidade, possui um poder calorífico inferior de 2.130 kcal/kg e a palha também com 50% de umidade chega a 3.105 kcal/kg.

De acordo com Ferreira et al. (2007), uma tonelada de cana gera 320 kg de bagaço, dos quais 90% são usados na produção de energia.

- Arroz: A cultura do arroz é muito difundida no país, sua principal exigência é a presença de um solo muito úmido, sendo um facilitador para áreas isoladas próximas de recursos hídricos, ou com uma boa irrigação. Segundo Cardoso (2012), suas principais fontes de energia estão na palha e na casca, a cada 1,0 tonelada de arroz recolhido, 0,38 tonelada de palha fica remanescente no campo, e a casca possui 22% do peso total do arroz. O poder calorífico inferior da palha e da casca são, respectivamente de 3.821 kcal/kg e 3.200 kcal/kg com 20% de umidade.

- Capim Elefante: Muito utilizado para alimentar rebanho bovino através da silagem, viabiliza seu uso pelos proprietários rurais, pois a maioria possui gado em suas áreas. De acordo com Cardoso (2012), seu poder calorífico inferior é de 3.441 kcal/kg com um teor de 25% de água.

- Milho: O milho é um dos grãos mais produzidos no país, inclusive nas pequenas áreas rurais, pois além de poder utilizar para o próprio consumo, também é utilizado para nutrir os animais que vivem nessas áreas. Segundo Cardoso (2012), na colheita do milho gera o resíduo chamado de palhada, composta pelo caule, palha e folhas e o seu poder calorífico inferior é de 4.227 kcal/kg com teor de umidade em 20%.

O sabugo do milho também é utilizado para geração de energia, porém ele é mais utilizado em caldeiras e através de sua queima, pode gerar energia elétrica através das turbinas a vapor, sendo uma outra tecnologia de conversão da biomassa em energia elétrica.

- Soja: A soja é muito explorada por grandes agricultores, pois seu maior destino é para o mercado externo. Porém, ela pode ser interessante também para os pequenos produtores rurais devido a sua utilização como ração para os animais e de sua comercialização para fabricação de óleo doméstico e para o biodiesel. Segundo Cardoso (2012), a soja é similar ao milho, onde em sua colheita gera a palhada (folhas, caules, talos e cascas) com um poder calorífico inferior de 3.487 kcal/kg com 20% de umidade.

A Tabela 3 demonstra ao potencial energético da biomassa de cada cultura citada acima por tonelada de produção e com os valores do teor de umidade em porcentagem.

Tabela 3 – Potencial energético da biomassa por tonelada

BIOMASSA	Teor de umidade (%)	Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)	Ton. Equivalente de Petróleo (tep)	Quilowatt - Hora (kWh)
Cana de Açúcar - Completo	50	1.060	0,106	1.233
Cana de Açúcar - Bagaço	50	2.130	0,213	2.477
Cana de Açúcar - Palhada	50	3.105	0,311	3.611
Arroz - Casca	20	3.200	0,320	3.722
Capim Elefante	25	3.441	0,344	4.002
Soja - Palhada	20	3.487	0,349	4.055
Arroz - Palhada	20	3.821	0,382	4.444
Milho - Palhada	20	4.227	0,423	4.916

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Segundo Oliveira (2006) e Nogueira et al. (2003), poder calorífico consiste na quantidade de calor liberado na combustão completa de uma unidade de massa ou de volume de um combustível. Pode ser definido como inferior (PCI) e superior (PCS). O poder calorífico inferior (PCI) refere-se ao calor efetivamente possível de ser utilizado nos combustíveis e o poder calorífico superior (PCS) é o contrário.

De acordo com Meneses (2011) e De Baere (2007), existem diversos biodigestores em operação que são alimentados com substrato misto constituído por milho, sorgo, derivados de milho, cereais, rações integrais e outras misturas de culturas energéticas, e que a digestão anaeróbia fornece pelo menos 75 GJ/ha (giga joule por hectare) de energia líquida.

2.2.2 Dejetos de animais

Nas propriedades rurais, a criação de animais é muito comum devido aos seus benefícios, tanto na alimentação dos moradores quanto para o auxílio nos trabalhos. Porém, o manejo inadequado dos dejetos dos animais pode causar a poluição do meio ambiente, como a contaminação do solo, dos lençóis freáticos, além da liberação de gases poluentes para atmosfera e da atração dos vetores causadores de doença.

Zanato (2014), resíduos gerados por esses animais são fontes de energia e ao serem destinados de forma correta, podem ser utilizados em biodigestores para geração do biogás.

Segundo Sganzerla (1983), o esterco bovino é o mais indicado para dar o início no processo de digestão nos biodigestores como a primeira carga, caso seja possível.

A partir da produção média diária de 25 kg esterco de um bovino adulto confinado, pode-se obter 1m³ de biogás, correspondente a 0,72 litros de gasolina (Benincasa et al., 1991).

A Tabela 4 informa a média de dejetos dos animais mais presentes nessas áreas de estudo de forma extensiva de acordo com Sganzerla (1983).

Tabela 4 – Produção de dejetos por rebanho de animais extensivos

Tipo de Animal	Média de dejetos (em kg/dia)
Aves	0,18
Bovino	10,00
Equino	10,00
Ovino	2,80
Suíno	2,25

Fonte: Sganzerla (1983).

De acordo com Colatto et al. (2011), a Tabela 5 demonstra valores de conversão energética dos resíduos animais e de outros dois novos materiais em biogás e a suas concentrações de metano.

Tabela 5 – Valores de conversão energética em biogás e concentração de metano

Origem do material	Kg de esterco (dia.unidade geradora) ⁻¹	m ³ de biogás.esterco ⁻¹	Concentração de metano
Suínos	2,25	0,079	66%
Bovinos	10	0,038	60%
Equinos	12	0,048	60%
Aves	0,18	0,050	60%
Abatedouro (kg)	1	0,1	55%
Vinhoto (kg)	1	0,018	60%

Fonte: Colatto et al. (2011).

Já Kunz et al. (2006) complementam com a informação da quantidade de m³ de biogás produzido por cada animal (bovino, suíno e ave) por dia conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Geração de biogás a partir dos dejetos animais

Animal (peso vivo)	Kg esterco/animal/dia	m ³ biogás/Kg esterco	m ³ biogás/animal/dia
Bovino (500 Kg)	10,0 - 15,0	0,038	0,360
Suíno (90 Kg)	2,3 - 2,8	0,079	0,240
Aves (2,5 Kg)	0,12 - 0,18	0,050	0,014

Fonte: Kunz et al. (2006).

Deganutti et al. (2002), uma família de cinco pessoas utiliza em média 8,93m³ de biogás diários para uso caseiro. Essa quantidade pode ser obtida com a produção de esterco de 20 a 24 bovinos. A Tabela 7 mostra essa distribuição do uso diário na residência de cinco pessoas.

Tabela 7 – Uso diário de biogás para uma família de cinco pessoas

Função diária na residência	Biogás (m³/dia)
Cozinha	2,1
Iluminação	0,63
Geladeira	2,2
Banho Quente	4
TOTAL	8,93

Fonte: Deganutti et al. (2002).

2.3 DEFINIÇÃO DE BIOGÁS

Dentre as diversas tecnologias para converter a biomassa em energia elétrica, a produção do biogás através da digestão da biomassa em biodigestores é uma das alternativas tecnológicas para as propriedades rurais.

Biogás é o produto final da fermentação anaeróbia da biomassa (resíduos animais, vegetais, residenciais, industriais) em condições adequadas de umidade e calor. Ele é incolor, inflamável com alto poder calorífico, sendo uma mistura gasosa principalmente de dois gases, o metano (CH_4) que representa em torno de 60 a 70% da mistura e o gás carbônico (CO_2) que representa em torno de 30 a 40% restantes. Outros gases como nitrogênio (N), hidrogênio (H) e gás sulfídrico (H_2S) complementam a mistura em proporções bem menores, em torno de 1% (EMBRAPA, 1981).

Segundo Martí (2008) e Mamani (2015), o biogás pode ser utilizado diretamente em queimadores, fogões, estufas, iluminação, como também pode ser utilizado como combustível em máquinas de combustão adequadas para o seu recebimento, como em motores para gerar energia elétrica.

De acordo com ONUDI (2016), o poder calorífico do biogás é de aproximadamente 4.500 a 5.600 kcal/m³, devido, principalmente ao gás metano, com o poder calorífico de 8.500 kcal/m³, tendo uma relação de quanto maior a concentração de metano na mistura, melhor será a qualidade do biogás.

2.3.1 Processo de geração do biogás

Guardado (2006) conceitua que a produção do biogás ocorre através da degradação da matéria orgânica, mais usualmente chamado de biomassa. Essa degradação se deve a ação de um grupo de bactérias, dentre elas as bactérias fermentativas hidrolíticas, bactérias fermentativas acidogênicas, bactérias

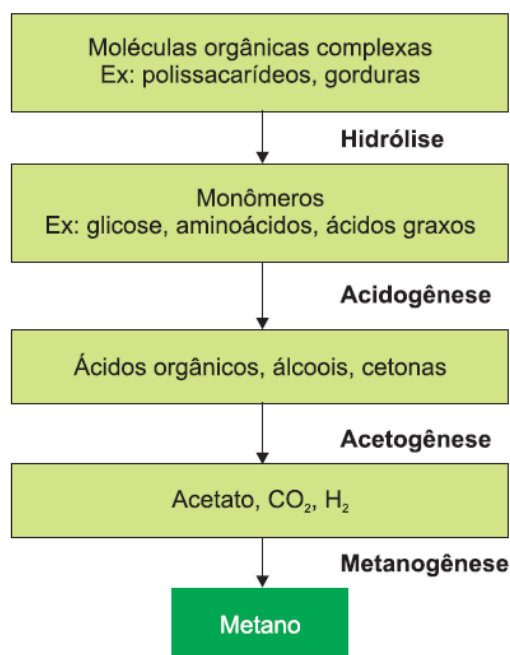
acetogênicas e pelas bactérias metanogênicas, em meio anaeróbico (sem a presença de oxigênio), denominando assim de processo de fermentação anaeróbica.

Este processo anaeróbico é considerado por alguns autores como um processo complexo, dividido em quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese.

Este processo transforma, primeiramente, compostos complexos (proteínas, carboidratos, lipídeos) em aminoácidos, açúcares e ácidos graxos, posteriormente, em produtos intermediários (propiónico, butírico, entre outros), passando por hidrogênio, gás carbônico, ácido acético e acetato, por fim, chegando no produto final que é o biogás composto principalmente pelos gases metano e dióxido de carbono (ONU DI, 2016).

A Figura 3 ilustra o processo de fermentação da biomassa representando as quatro etapas e os compostos gerados em suas respectivas etapas.

Figura 3 – Processo de fermentação anaeróbica da biomassa



Fonte: Kunz (2006).

Após a representação do processo de fermentação anaeróbica da biomassa, segue a descrição das quatro etapas (ONU DI, 2016).

- Hidrólise: Ela é a primeira etapa do processo, onde ocorre a degradação de materiais complexos (proteínas, carboidratos e lipídeos) através das enzimas extracelulares produzidas pelas bactérias fermentativas hidrolíticas, gerando elementos mais simples. Estes elementos mais simples são os aminoácidos e

açúcares (degradados das proteínas e carboidratos respectivamente) e os ácidos graxos e álcoois degradados dos lipídeos.

- Acidogênese: Nesta etapa ocorre a fermentação das moléculas orgânicas solúveis em compostos que podem ser utilizados diretamente pelas bactérias metanogênicas (acético, fórmico, hidrogênio) e compostos orgânicos mais reduzidos (ácido propiônico, ácido valérico, ácido láctico e etanol) que devem ser oxidados por bactérias acetogênicas na seguinte etapa.

- Acetogênese: A terceira etapa transforma os produtos da fase acidogênese (ácido propiônico, ácido burítico, ácido láctico, álcoois, entre outros) em hidrogênio, dióxido de carbono e ácido acético pelas bactérias acetogênicas.

- Metanogênese: Esta é a última etapa, onde ela pode ser dividida em dois grupos, o primeiro produz metano a partir do acetato e ácido acético numa proporção de 60 a 70%, e o segundo consegue gerar metano através do hidrogênio e do dióxido de carbono em uma proporção de 30 a 40%. A etapa também pode ser chamada em metanogênica, acetoclástica e hidrogenotrófica.

Na ocorrência dos processos biológicos de digestão anaeróbia, existem diversos fatores que influenciam consideravelmente no sucesso ou fracasso do mesmo. Portanto, é necessário um controle do processo para que haja um equilíbrio, evitando assim que algum dos fatores possa alterar o funcionamento das etapas e consequentemente uma defasagem na produção do biogás (MAMANI, 2015).

Segue os principais fatores presentes no processo de digestão anaeróbica (MAMANI, 2015):

- Temperatura: A temperatura está relacionada com o metabolismo e reprodução das bactérias fermentativas, influenciando na degradação do material orgânico. Recomenda-se manter a temperatura constante para que as bactérias não diminuam suas atividades no processo de digestão anaeróbica.

Segundo Chae et al. (1996), na faixa de temperatura entre 25 a 35°C ocorre o melhor rendimento do processo na geração do metano.

- pH: De acordo com Bazara et al. (2003), para que o processo transcorra em boas condições, o pH precisa estar entre 6,0 a 8,3, mais precisamente em torno de 7,0. Uma das principais consequências de um pH abaixo de 6,0 é um efeito na produção de biogás com baixa concentração de metano, tornando de baixo valor energético.

- Relação Carbono/Nitrogênio (C/N): Esta relação entre o carbono e nitrogênio está diretamente no desenvolvimento do processo de fermentação biológico. Para uma ótima digestão, a proporção entre carbono e nitrogênio deve estar na faixa entre 20 a 30:1, isto é, 20 a 30 partes de carbono para 1 de nitrogênio (EMBRAPA, 1981).

- Pressão: Na fase metanogênese do processo de digestão anaeróbico, as bactérias metanogênicas contribuem para a redução da pressão parcial de hidrogênio devido às suas reações bioquímicas. Para manter o equilíbrio do processo, recomenda-se que a pressão seja menor ou igual a 0,001 atm (MAMANI, 2015).

- Nutrientes: A presença de nutrientes, desde que esteja em equilíbrio, é indispensável no processo de digestão, pois as bactérias consomem para o seu desenvolvimento. Estes nutrientes podem ser destacados os macroelementos (carbono, nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre) e alguns micronutrientes minerais, vitaminas e aminoácidos (EMBRAPA, 1981).

- Substâncias Inibidoras: Muitas substâncias prejudicam o funcionamento do processo, como afetar as características enzimáticas, alterar as concentrações e reações físico-químicas, entre outras ações que podem até interromper todo o processo. Dentre essas substâncias, podem ser citadas os polissacarídeos, enxofre junto com hidrogênio, monóxido de carbono, cobre, metais pesados, antibióticos, detergentes, entre outros (ONU DI, 2016).

- Tempo de Retenção Hidráulica (TRH): É o tempo que um substrato leva para ser digerido dentro do digestor. Este substrato varia em função do tipo de biomassa, granulometria da biomassa, pH da biomassa, temperatura do biodigestor, etc., de modo geral situa-se na faixa de 04 a 60 dias (EMBRAPA, 1981). A Tabela 8 demonstra o TRH de alguns dos principais resíduos animais.

Tabela 8 – Tempo de retenção hidráulica dos resíduos animais

Matéria prima	TRH
Esterco bovino líquido	20 - 30 dias
Esterco suíno líquido	15 - 25 dias
Esterco de ave líquido	20 - 40 dias

Fonte: De La Torre (2008).

- Concentração de Matéria Seca (MS): A matéria seca no processo de digestão, necessita ser pequena para não afetar a fermentação e a sua fluidez, pois as bactérias chegam com mais facilidade em meio líquido. Recomenda-se uma concentração de

matéria seca de 7 a 9%, isto é, a cada 100 litros de biomassa devem conter de 7 a 9 quilos de MS (EMBRAPA, 1981).

- Concentração de Sólidos Voláteis: Recomenda-se um mínimo de 120 gramas de sólidos voláteis por 1 quilo de matéria seca (EMBRAPA, 1981).

2.4 DEFINIÇÃO DE BIODIGESTOR

Biodigestores são estruturas projetadas e construídas de modo a produzir a degradação da biomassa sem que haja qualquer tipo de contato com o ar. Isso proporciona condições para que alguns tipos especializados de bactérias, altamente consumidoras passem a predominar no meio e, com isso, provoquem uma degradação mais acelerada da matéria (BLEY JR., 2009).

Além do biogás como já citado anteriormente, os biodigestores geram também resíduos sobrenadantes, ricos em nutrientes como o fósforo, nitrogênio e potássio (NPK) que podem ser utilizados como adubo orgânico (biofertilizante), livres de agentes patógenos que foram eliminados durante o processo.

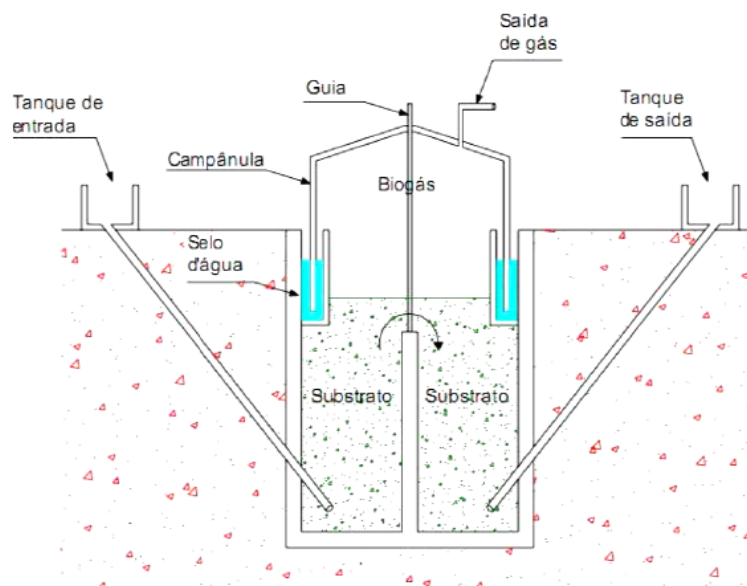
O biofertilizante além de contribuir com os nutrientes NPK, também reestabelece o teor de húmus do solo, funcionando com um melhorador de suas propriedades químicas e físicas além de apresentar um pH em torno de 7,5 que funciona como um corretor da acidez do solo (EMBRAPA, 1981). Vale ressaltar que dependendo de suas concentrações, necessitam de diluições para não sobrecarregar o solo agricultável.

Existem diversos modelos de biodigestores, sendo cada um para uma determinada realidade. Porém, como o objetivo do trabalho está relacionado para áreas rurais, os modelos mais aplicáveis e conhecidos são os modelos Indiano, Chinês para pequenas propriedades e o Canadense que, além de ser apropriado em pequenas propriedades também é utilizado para propriedades de médio e grande porte. Segue uma prévia descrição dos modelos indiano e chinês conforme Deganutti et al. (2002):

- Modelo Indiano: Este modelo se caracteriza por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou em um selo hídrico mantendo a pressão de operação constante. Outra característica deste modelo é uma divisória central dentro da câmara para melhorar a circulação do material e aumentar a eficiência da fermentação.

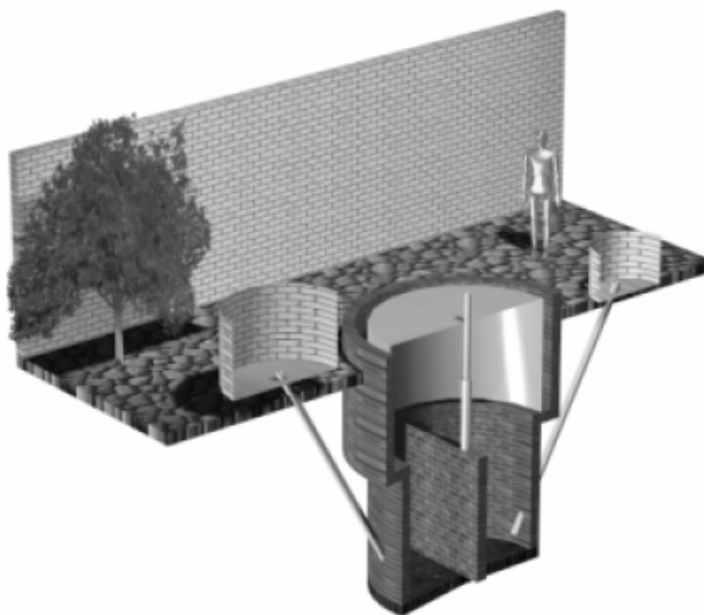
Segue as Figuras 4 e 5 que representam o biodigestor de modelo indiano.

Figura 4 – Biodigestor de modelo indiano



Fonte: Hirano (2015).

Figura 5 – Biodigestor de modelo indiano em representação tridimensional



Fonte: Deganutti et al. (2002).

Para seu bom funcionamento, o abastecimento deve ser contínuo e a concentração de sólidos totais na biomassa não pode ultrapassar 8% assim, facilita a circulação do resíduo e evita entupimentos dos canos de entrada e saída. Além das vantagens já citadas de forma geral dos biodigestores, os modelos indianos se destacam para seu uso em áreas isoladas rurais, o fornecimento constante de

biomassa como esterco de animais e restos de culturas, que são fontes de biomassa constantes nesses locais.

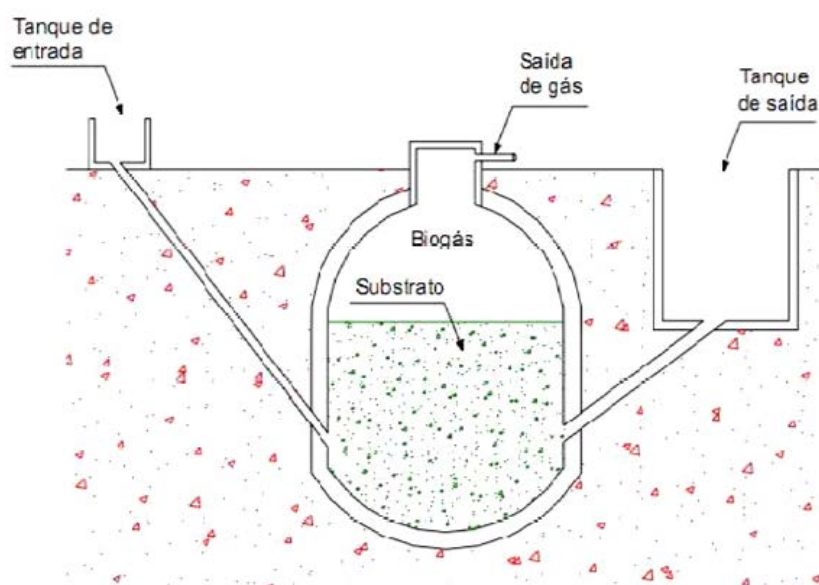
- Modelo Chinês: Este modelo se diferencia por ser todo construído de alvenaria em forma cilíndrica e sem a presença da campânula móvel. Ele deve ser enterrado em quase sua totalidade, assim facilita a sua operação e manutenção, além de ser impermeabilizado para evitar vazamentos através das fissuras que possa ocorrer em sua estrutura de alvenaria. Assim como o modelo indiano, a biomassa precisa ser fornecida continuamente e a sua concentração de sólidos totais não pode ultrapassar 8%, para facilitar a mistura e evitar entupimentos dos canos.

As suas vantagens são muito similares aos do modelo indiano e as suas desvantagens são os riscos de vazamentos que possam ocorrer através de rachaduras por falta de impermeabilização.

Outra restrição é o fato de seu tamanho tem de ser sempre de pequeno porte para evitar explosão ou algum incômodo quando ocorre vazamentos do biogás em sua estrutura de alvenaria. Uma das medidas, é a instalação de um gasômetro na sua saída, porém isso encarece o biodigestor e talvez não se torne interessante para a propriedade.

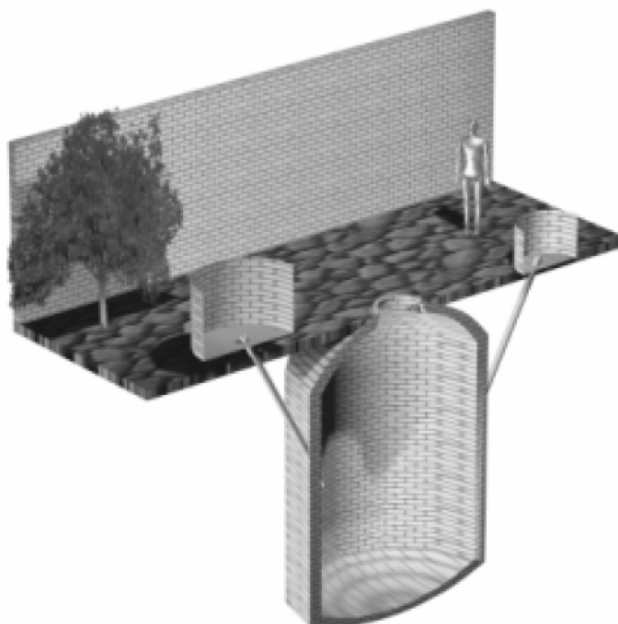
As Figuras 6 e 7 representam o biodigestor de modelo chinês, com suas definições e uma representação em tridimensional.

Figura 6 – Biodigestor modelo chinês



Fonte: Hirano (2015).

Figura 7 – Representação tridimensional do biodigestor modelo chinês.



Fonte: Deganutti et al. (2002).

Segundo os autores, os modelos Indiano e Chinês são similares em termos comparativos, tendo uma pequena diferença em eficiência para o modelo Indiano, de acordo com experimentos realizados. A Tabela 9 demonstra essa comparação entre os dois modelos, a qual foi utilizado esterco bovino e ambos com capacidade de 5,5 m³ de biomassa, obtendo os resultados preliminares, porém significativos.

Tabela 9 – Desempenho de biodigestores modelo indiano e chinês, com capacidade de 5,5m³ de biomassa, operados com esterco bovino

	BIODIGESTOR	
	CHINÊS	INDIANO
Redução de Sólidos (%)	37,0	38,0
Produção Média (m ³ . dia ⁻¹)	2,7	3,0
Produção média (l.m ³ de substrato)	489,0	538,0

Fonte: Lucas Jr., (1987). Adaptado pelo autor.

- Modelo Canadense: Este modelo é composto por uma lagoa anaeróbica coberta por um material plástico, que infla de acordo com a quantidade de biogás. Ele necessita de uma grande área de exposição ao sol, pois sua largura é maior que a profundidade, produzindo uma quantidade superior de biogás (BRONDANI, 2010).

O tempo de retenção deste modelo está em torno de 30 dias, muito semelhante aos modelos chinês e indiano. No que diz respeito à alimentação dos três sistemas, este, mais facilmente assimila matérias com menos preparo, ou seja, nos modelos

chinês e indiano as etapas de trituração e/ou pré-fermentação são muito importantes (BATISTA, 1981).

A Figura 8 mostra o biodigestor com a sua manta inflada pelo biogás produzido.

Figura 8 – Biodigestor modelo canadense



Fonte: Registrado pelo próprio autor.

O modelo canadense é mais frequente em granjas que possuem grande produção de dejetos. No Brasil, este é o modelo mais utilizado nas propriedades rurais de médio e grande porte (OLIVEIRA, 2012).

2.5 MOTOGERADOR

Após a geração do biogás através do biodigestor, o mesmo pode ser utilizado para diversas finalidades como gás de cozinha, aquecedor, eletricidade, entre outros. Como o propósito do trabalho é a sua conversão em energia elétrica, é necessário a utilização de equipamentos para esta conversão.

Segundo ONUDI (2016), o biogás pode ser utilizado na geração de energia elétrica com as seguintes tecnologias:

- Motores de combustão: O biogás possui uma octanagem que oscila entre 100 e 1010, o que permite ser um bom combustível para motores de combustão interna, tanto de gasolina quanto de diesel. Para um bom rendimento, é necessário a eliminação das impurezas, além de prevenir futuras manutenções dos mesmos.

- Turbinas de gás: As turbinas possuem boas vantagens de serem utilizadas com geradores de energia elétrica, porém necessitam de alguns cuidados como a forte dependência dos parâmetros de umidade e/ou pressão, e também sobre o equilíbrio de sua potência quanto ao seu rendimento.

Segundo Marques (2012), 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.

Muitos desses motores utilizam o gás natural como combustível, portanto torna-se viável a conversão para a utilização do biogás, tendo como a principal alteração a regulagem do carburador devido ao biogás possuir uma concentração de metano inferior e o seu poder calorífico corresponde aproximadamente a metade do gás natural (MUELLER, 1995; MACARI et al., 1987).

De acordo com a metodologia de Marques (2012) adaptado de CCE – Centro para Conservação de Energia (2000), a conversão do biogás em energia elétrica através do conjunto motogerador adaptado para o uso do biogás como combustível equivale 25%, ou seja, ao dimensionar o potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás será necessário incluir este parâmetro para que possa atingir o potencial esperado.

Diaz (2006), retrata o uso de motor de combustão interna (MCI) como uma boa alternativa para produtores de leite de pequena escala, pois seu uso em forma de micro-cogeração permite aproveitar todas as formas de energia, como a geração de energia (quando associado a geradores – motogerador) e/ou trabalho de eixo para acionamento de equipamentos como compressores.

Eles também podem ser associados com equipamentos de refrigeração e/ou bombas de calor por absorção, uma vez que estes necessitam de uma fonte de calor na faixa de 80 a 200 °C, temperaturas típicas obtidas na recuperação de calor em MCI's (DIAZ, 2006).

A Figura 9 ilustra o conjunto motogerador da marca *Brigg & Stratton*, originalmente a gasolina de 4 tempos, com potência nominal de 4.077 W (5,5 cv), a rotação de 4.200 rpm, acoplado a um gerador de 2.400 W, com rotação operacional de 3.600 rpm, utilizado por Souza (2006), com o carburador dimensionado para utilizar o biogás como combustível.

Figura 9 – Motogerador adaptado por Souza (2006)



Fonte: Souza (2006).

Em redes de distribuição de baixa tensão (BT), devem existir equipamentos de proteção adequados para que a unidade de motogerador seja ligada à rede com segurança, sendo que as tensões primárias de entrada podem ser 34,5 kV ou 13,8 kV e as de saída de 380/220/127 V (COPEL, 2013; ELEKTRO, 2015).

Importante levar em consideração o local que será instalado o grupo motogerador com cuidados de temperatura, ventilação, cobertura, limpeza, entre outros, além de sua instalação e manutenção por pessoas especializadas. Atualmente, existem empresas nacionais e internacionais que comercializam grupos motogeradores adaptados ao uso do biogás como combustível e também fornecem profissionais qualificados para a montagem e manutenção dos equipamentos.

A presença de H_2S com uma concentração superior a 1.000 ppm precisa ser removido para não danificar e diminuir a vida útil do motor. Manutenção é essencial e os custos variam de acordo com o tipo, velocidade, tamanho e número de cilindros do motor, além da mão de obra e das peças (DIAZ, 2006; CHAMBERS et al., 2002).

De acordo com Diaz (2006) *apud* Zicari (2003), o biogás pode ser purificado através de processos que foram divididos em 5 categorias: i) absorção por um líquido; ii) adsorção por um sólido; iii) separação por diferença de permeabilidade em membrana; iv) conversão química em outro componente; v) condensação.

Entre os processos citados, o uso de lâ de ferro é o mais utilizado devido ao seu acesso fácil e o baixo custo relativo para remoção do H_2S , por meio de corrosão desse material. São muito utilizados em pequenos biodigestores rurais (DIAZ, 2006; RODRIGUEZ et al.,1998).

2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS DE FOMENTO ÀS FONTES RENOVÁVEIS

Maioria dos países estão oferecendo incentivos para a produção de energia pelas fontes renováveis através de políticas públicas e programas governamentais, com o intuito de desvincular a dependência dos combustíveis fósseis e também com a degradação do meio ambiente.

O Brasil se enquadra com este cenário e a partir dos anos 2000 implantou algumas políticas públicas para incentivar o uso de fontes renováveis na geração de energia elétrica.

2.6.1 Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica

No ano de 2003 através da lei nº 10.483 foi criado do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), com o objetivo de produtores independentes participarem no setor elétrico brasileiro utilizando pequenas centrais hidrelétricas, geradores eólicos e biomassa.

Em 2004, foi publicado a Lei nº 10.848 que reestruturou o setor elétrico brasileiro e também no mesmo ano foi criado dois ambientes de comercialização de energia elétrica: o ambiente de contratação livre (ACL) e o ambiente de contratação regulada (ACR).

No ACR a energia elétrica é comercializada por meio de leilões, onde as empresas concessionárias distribuidoras adquirem a energia excedente que necessitam de empresas concessionárias geradoras, produtores independentes e energia excedente produzida por autoprodutores. No ACL a energia pode ser comercializada por livre negociação entre agentes comercializadores, geradores, consumidores livres, agentes importadores e exportadores.

No mesmo ano de 2004, a Lei nº 10.847 e o Decreto nº 5.185 criaram a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), cuja sua finalidade é de prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, dentre elas as fontes renováveis. A EPE também tem a função de propor

ao Ministério de Minas e Energia a realização dos leilões no ACR (ALBARRACIN, 2016).

2.6.2 Mecanismo de desenvolvimento limpo

No ano de 2005, através do Decreto nº 5.445 foi aprovado o texto do Protocolo de Quioto no Brasil, com objetivo de implantação de mecanismos que diminuam a liberação de CO₂ na atmosfera.

O mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) permite que um país desenvolvido que esteja emitindo gases do efeito estufa acima do permitido possa permanecer emitindo o CO₂ na atmosfera desde que implante políticas de desenvolvimento sustentável em países subdesenvolvidos, com a finalidade de compensar a quantidade de CO₂ emitido, ou seja, através de implantação de MDL consegue capturar gases do efeito estufa em outro local (BARICHELO, 2010).

Esta compensação é conhecida como crédito de carbono, onde para cada tonelada de CO₂ capturado gera um crédito que possa ser comercializado pelo mercado de valores. O Brasil possui legislação que regulamenta o Mercado de carbono, portanto é de interesse países investirem no Brasil para implantarem MDL em troca dos créditos de carbono, tornando um incentivo em reduzir a emissão dos gases causadores do efeito estufa em troca dos créditos que possam ser convertidos em valores monetários (BARICHELO, 2010).

2.6.3 Resolução normativa nº 687

Em abril de 2012 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a Resolução Normativa nº 482 com o intuito de estabelecer critérios para propriedades rurais e urbanas possam se enquadrar como micro e minigeradoras de energia elétrica através de fontes renováveis.

Em novembro de 2015 a ANEEL publicou a RN nº 687, versão atualizada da RN nº 482 com ajustes para facilitar a acessibilidade das propriedades em se tornarem micro e minigeradoras de energia. No atual cenário nacional, a RN 687 é a ferramenta que mais incentiva a produção de energia elétrica através das fontes renováveis.

No capítulo, foi possível verificar no que consiste o produto denominado biomassa e os processos nos quais a biomassa é submetida a fim de realizar sua conversão em energia elétrica.

Dentre as tecnologias existentes, destaca-se o biodigestor para a geração do subproduto denominado biogás, o qual consiste no combustível necessário para o motogerador, por fim, gerar energia elétrica.

Por fim, as principais políticas públicas e governamentais com o objetivo de incentivar a implantação de sistemas de fontes renováveis para a geração de energia elétrica.

3 DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL ENERGÉTICO

No presente capítulo é proposto um diagnóstico que avalia o potencial de uma propriedade rural em gerar energia elétrica através da biomassa disponível. Para tal, é necessário quantificar e classificar as culturas energéticas e os animais existentes nesses locais.

O diagnóstico proporciona através do mapeamento energético a possibilidade de montar cenários mais adequados para a implantação dos biodigestores e motogeradores, compreender as defasagens do local e então, proporcionar a melhora do potencial energético da propriedade.

Desta forma, o diagnóstico permite verificar quais as culturas energéticas que mais se adequam ao perfil da propriedade após a elaboração dos cenários através do mapeamento energético.

3.1 PROPRIEDADE RURAL COMO GERADORA DE ENERGIA ELÉTRICA

O diagnóstico baseia-se na Resolução Normativa Nº 687, de novembro de 2015 da ANEEL que estabelece regras e critérios para que empresas e pessoas possam produzir sua própria energia a partir de fontes renováveis (solar, eólica, hidráulica e de biomassa).

A contribuição da RN/ANEEL 687 para esta pesquisa implica no acesso ao regulamento das propriedades com potencial de se tornarem microgeradoras e minigeradoras, além das informações sobre a modalidade de geração compartilhada e da compensação de crédito perante a distribuidora local.

De acordo com a definição de minigerador, a propriedade torna-se uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada ou para demais fontes renováveis de energia elétrica, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Em relação a definição de microgerador, a propriedade também se torna uma central geradora de energia elétrica, porém com uma potência instalada menor ou igual a 75 KW para cogeração qualificada ou para as demais fontes renováveis.

Com o enquadramento de minigeração ou microgeração, a propriedade produzirá energia elétrica dentro da ordem estabelecida e a energia excedente entrará no sistema de compensação de energia elétrica que, de acordo com a definição, é o

sistema no qual a energia ativa injetada pela unidade consumidora com minigeração ou microgeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia ativa.

A compensação de energia elétrica é através de crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 60 meses, ou seja, a propriedade que possui um excedente de energia elétrica produzida terá um prazo de até 60 meses para utilizar o crédito gerado.

Importante ressaltar que o diagnóstico bem como a normativa tem a preocupação com a sustentabilidade do local, considerando aspectos econômicos, ambientais e sociais.

3.2 ITENS DE ANÁLISE

Os itens que embasam o diagnóstico do potencial da propriedade rural em gerar energia elétrica através da biomassa disponível é dividido em duas classes: animal e vegetal.

Na classe animal, os itens considerados são:

- Tipos, espécies e quantidade de animais,
- Produção de dejetos por dia por cada animal e,
- Sistema de confinamento e/ou pasto.

Importante ressaltar que os itens acima descritos se inter-relacionam e dependem das peculiaridades do local. Cada espécie de animal produz uma quantidade diária de esterco com uma capacidade específica de produção de biogás através do biodigestor por cada kg. Entretanto, essa produção também depende se o animal está em sistema de confinamento ou de pasto.

Em relação a classe vegetal, a análise é mais complexa devido a diversidade das culturas. Estes itens são:

- Tipos de culturas,
- Produção por hectare/ano,
- PCI (Poder Calorífico Interior) e,
- Umidade, sazonalidade.

Existem diversas espécies vegetais que podem ser utilizadas como biomassa nas áreas rurais: culturas de pastagem, frutíferas, hortaliças, olerícolas, oleaginosas, são alguns exemplos. Alguns elementos essenciais devem ser analisados, como a

sazonalidade, umidade, clima, solo, entre outros. O PCI de cada vegetal sofre influência por esses fatores.

A produção de cada cultura deve ser contabilizada em hectare/ano para que se possa incluir as culturas anuais e perenes em uma única medida. As características de cada fator são descritas a seguir.

3.2.1 Potencial energético dos recursos animais

Inicialmente realiza-se o levantamento da quantidade de animais e suas respectivas espécies na propriedade rural.

Cada espécie de animal produz determinada quantidade de dejetos por dia (kg/dia) e uma concentração de m³ de biogás por kg de esterco, conforme as referências citadas pelos autores no Capítulo 2, item 2.2.2, o que permite estimar a produção total de biogás (m³/dia) de todos os animais existentes na propriedade.

A partir da estimativa de produção total de biogás, pode-se estimar a produção de energia elétrica utilizando um motogerador adaptado conforme discutido no item 2.5. Este valor representa uma referência da capacidade da produção de energia elétrica da propriedade através dos recursos animais.

A Tabela 10 indica os itens referentes a classe dos animais utilizados no diagnóstico da propriedade.

Tabela 10 – Recursos animais

ANIMAL	
ITENS	DESCRIÇÃO
1 - Espécie	Bovino / Suíno / Ave / Caprino / Ovino
2 - Quantidade (cabeça)	Unidade
3 - Esterco (kg/dia)	Resíduo
4 - Produção de biogás	Volume
5 - Energia elétrica (kWh/dia)	Total

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A tabela se subdivide em itens relacionados aos recursos animais e as suas respectivas descrições que consistem em elementos que servem de base da escala. No item 1, trata-se as espécies de animais existentes na propriedade rural, alguns exemplos de espécies encontradas nestas áreas estão os bovinos, suínos, aves, caprinos, ovinos, entre outros. No item 2, insere-se a quantidade dos animais existentes para que, no item 3 possa estimar o quanto estes animais geram de

resíduos, pois que possuem valores diferentes para animais confinados e para os que vivem no pasto.

Em relação ao item 4, converte-se em biogás os resíduos de todos os animais da propriedade, e no item 5 calcula-se o valor da conversão do biogás em energia elétrica.

3.2.2 Potencial energético dos recursos vegetais

A classe dos vegetais é mais complexa que dos animais. Essa complexidade se deve à diversidade de culturas que podem ser encontradas nas propriedades rurais. Cada cultura possui um poder calorífico diferente dos demais e seus valores são influenciados pelo teor de umidade, pela sazonalidade, pelo clima, pelo solo, entre outros.

Primeiramente, realiza-se o levantamento da produção vegetal de cada cultura em hectare/ano, considerando a sazonalidade e a umidade na produção e o valor do poder calorífico. Este indica o quanto o produto tem em potencial energético para a conversão em energia elétrica.

A fim de realizar a conversão da biomassa em energia elétrica, utiliza-se os fatores de conversão citados no Capítulo 2, item 2.2.1 para obter um valor total em quilowatt-hora. A Tabela 11 representa os itens referentes a classe dos vegetais utilizados no diagnóstico da propriedade.

Tabela 11 – Recursos vegetais

VEGETAL	
ITENS	DESCRIÇÃO
1 - Cultura	Espécie
2 - Produção (hectare/ano)	Volume
3 - PCI (Poder Calorífico Inferior)	Poder energético
4 - Unidade de conversão (ANEEL)	Joule / kWh / cal / tep / btu
5 - Energia elétrica (kWh/dia)	Total
6 - Umidade	Porcentagem
7 - Sazonalidade	Local / Não Local

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A tabela dos vegetais apresenta os itens e suas respectivas descrições no intuito de embasar o diagnóstico. O item 1 deve-se considerar os tipos de culturas existentes na propriedade rural; entre as culturas mais encontradas estão: as culturas

anuais (olerícolas, oleaginosas, entre outros), perenes (frutíferas, entre outros) e pastagem (gramíneas, herbáceas e arbustos).

No item 2, insere-se a quantidade ou o volume das culturas produzidas na propriedade, afim de que no item 3 possa indicar o valor energético de cada cultura existente, servindo de base para o cálculo da geração de energia elétrica. O item 4 deve representar a adequada unidade de conversão (conforme a necessidade) e a padronização dos valores, dentre estes, os mais usuais são: o Joule, quilowatt-hora, calorias, e tonelada equivalente petróleo.

O item 5 traduz o cálculo da conversão das culturas em energia elétrica. O item 6 apresenta o percentual de umidade presente nas culturas e o item 7 a informação sobre qual a época e região que a cultura melhor se desenvolve.

Importante destacar que os itens *PCI*, *umidade* e *sazonalidade* estão relacionados diretamente com o potencial energético da cultura, pois quanto menor o teor de umidade, maior será o PCI; sobre a sazonalidade, quanto maior a adaptação da cultura na região, maior o PCI. Também interfere no PCI se a cultura está presente em sua totalidade ou parcialmente, por exemplo, palhada, casca, grão, sabugo, etc.

Os itens acima contribuem para realizar o mapeamento energético da propriedade e permitem avaliar como a propriedade pode aumentar seu potencial energético.

Os valores de implantação dos biodigestores e dos motogeradores não são calculados devido à instabilidade e variação dos preços do mercado. No entanto, o diagnóstico permite pensar nas possibilidades de cenários para implantar estes equipamentos através da avaliação do potencial da propriedade em gerar energia elétrica ao proporcionar a classificação da mesma.

4 ESTUDO DE CASO – ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA

Neste capítulo, aplicou-se a metodologia desenvolvida para quantificar e qualificar a biomassa existente no assentamento Estrela da Ilha e calcular o seu potencial em gerar energia elétrica.

O capítulo se caracteriza como estudo de caso, norteado pela metodologia da pesquisa-ação. Conforme Yin (2005), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange as abordagens específicas de coletas e análise de dados. Gil (2002), cita a utilização do estudo de caso no âmbito das ciências com diferentes propósitos, tais como:

- Explorar situações da vida real cujos limites estão claramente definidos;
- Preservar o caráter unitário do objeto estudado;
- Descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
- Formular hipóteses ou descrever teorias; e
- Explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Em relação a pesquisa-ação, Thiollent (1985), a define 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.

A pesquisa possui a tipologia descritiva com análises qualitativas e quantitativas. Gil (2002), as pesquisas descritivas têm como objetivo básico descrever as características de populações e de fenômenos.

Segundo Gerhardt et al. (2009), a pesquisa qualitativa não se preocupa com a representatividade numérica, mas sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Em relação à pesquisa quantitativa, ela se centra na objetividade, influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.

4.1 ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA

A pesquisa foi desenvolvida no assentamento rural Estrela da Ilha, localizado no município de Ilha Solteira – SP. O município possui aproximadamente 25.144

habitantes, com a localização no extremo Noroeste do estado de São Paulo, faz divisa com o estado do Mato Grosso do Sul.

Sua localização geográfica apresenta-se com as coordenadas latitude 20°38'44" e longitude 51°06'35" e altitude de 225 metros acima do nível do mar, com uma área de 639 Km² que equivale a 63.900 hectares (PLANO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, 2010-2013).

As informações sobre a caracterização do assentamento foram obtidas através da COATER (Cooperativa de Trabalho de Assessoria Técnica e Extensão Rural), instituição prestadora de serviço ao INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), responsável pela Regional de Andradina - SP, composta por diversos municípios da região, inclusive o município de Ilha Solteira.

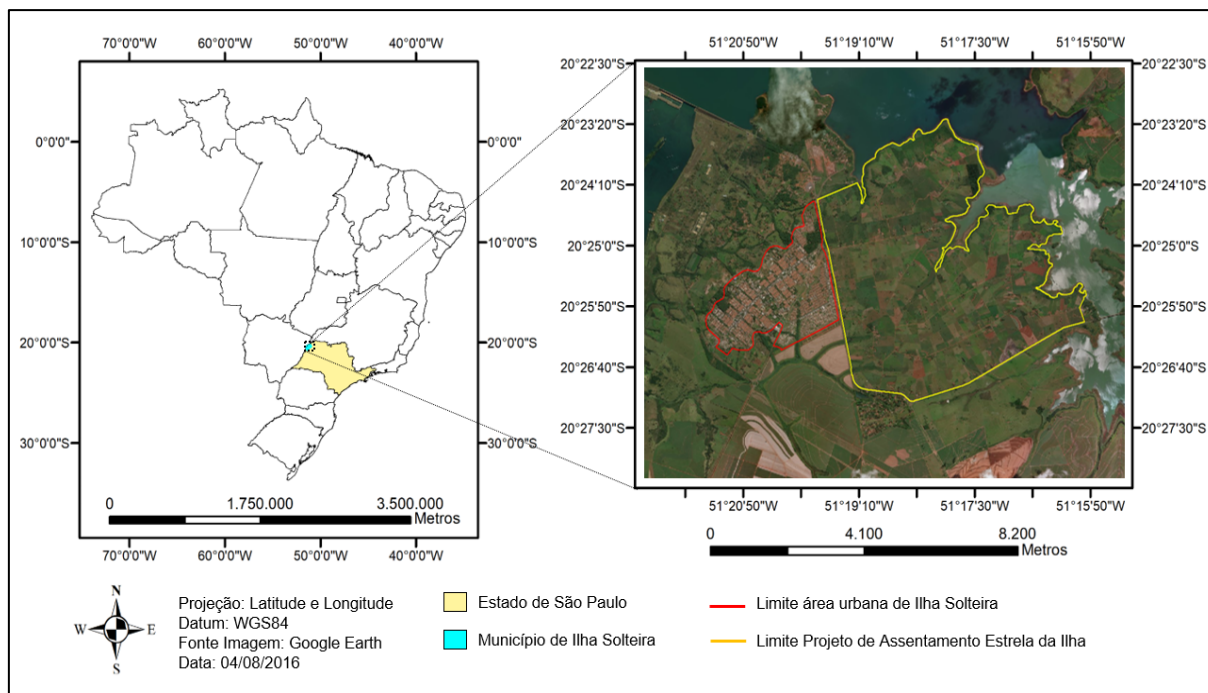
A COATER consiste em uma cooperativa multidisciplinar, composta de profissionais atuantes em diversas áreas como agrária, pecuária, social, jurídica e ambiental. Tem por foco de atuação nos assentamentos rurais e o compromisso de realizar todas as atividades necessárias de serem desenvolvidas na região com o objetivo de desenvolver de forma sustentável os assentamentos.

A Fazenda São José da Barra foi desapropriada para fins de Reforma Agrária, em 2005 quando então foi criado o assentamento Estrela da Ilha através de um grupo de trabalhadores rurais pertencentes ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, sob o aval do INCRA, órgão responsável pela reforma agrária.

O Assentamento possui uma área de 2.964,3356 hectares e inicialmente estava subdivido em 209 lotes, sendo 27 lotes menores chamado de pararrurais com aproximadamente 3,5 hectares e 182 lotes de aproximadamente 14,0 hectares, além de três Áreas Comunitárias. Atualmente, a Área Comunitária AC3 que possui 3,0018 hectares foi convertida em mais um lote, totalizando 210 lotes em todo assentamento. Cada lote foi destinado para uma família e os pararrurais para pessoas solteiras e/ou viúvas.

O assentamento é banhado pelo Rio São José dos Dourados, próximo a Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira. A Figura 10 ilustra a área urbana do município e o assentamento Estrela da Ilha podem serem visualizados.

Figura 10 – Área urbana do município e área do assentamento Estrela da Ilha



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

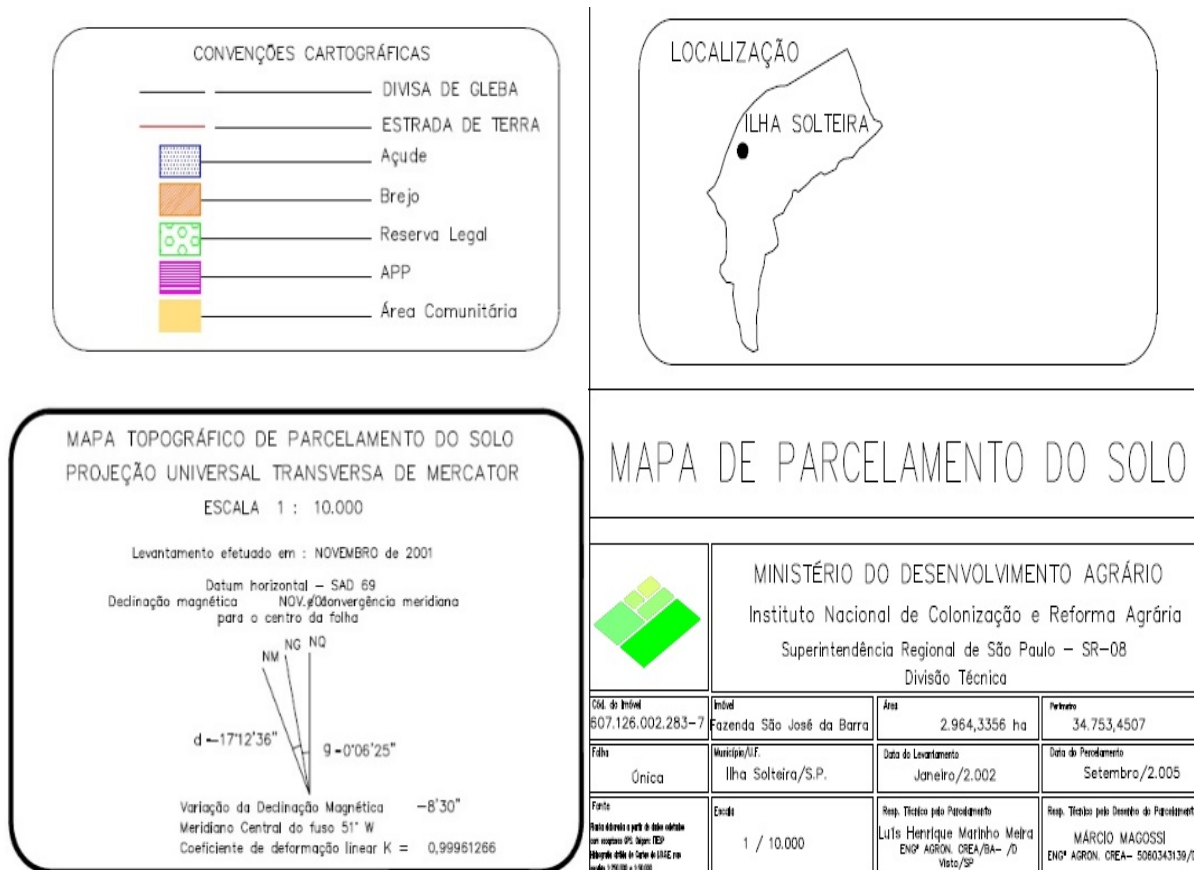
De acordo com o INCRA, a proposta da reforma agrária é fortalecer a agricultura familiar e os aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais dos assentamentos e da região. A obtenção de renda dos moradores ocorre a partir da comercialização dos produtos, como feiras livres no município e na região, facilitada pela boa localização do assentamento no município, como também pela participação nas políticas públicas.

O Assentamento Estrela da Ilha se enquadra na proposta da agricultura familiar. As feiras municipais são abastecidas pelos moradores do assentamento e atualmente duas associações de moradores participam da política pública denominada Programa de Aquisição de Alimentos (PAA/CONAB), onde os moradores produzem alimentos e vendem para o governo (representado pela CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento) que, por sua vez repassa para o município distribuir para entidades carentes. Cada família cadastrada (precisa fazer parte da associação cadastrada) comercializa os produtos e recebe um valor de até 8.000,00 reais por ano, um complemento de renda para a família.

As Figuras 11 e 12 representam a distribuição das parcelas do solo, convenções cartográficas, localização, área total, data do início do parcelamento,

escala do mapa entre outras informações do assentamento Estrela da Ilha disponibilizados pelo INCRA.

Figura 11 – Informações gerais do assentamento Estrela da Ilha



Fonte: INCRA (2016).

Mesmo com o incentivo da política pública (PAA/CONAB) na comercialização dos produtos agrícolas, a pecuária leiteira é a principal atividade do assentamento. A venda do leite para cooperativas da região se torna unânime para os moradores. Uma das cooperativas da região conta com um tanque de resfriamento de leite na sede para que os moradores possam levar o leite e realizar a venda.

Diante deste cenário, os produtos produzidos para subsistência e para comercialização, gera resíduos de biomassa, como dejetos dos animais e culturas agrícolas.

Em relação a energia elétrica do assentamento, em mais de 10 anos de existência, ele é atendido pela concessionária de energia do município. No período da formação do assentamento, o fornecimento da energia elétrica foi pelo Programa Luz para Todos. O Programa fornece energia elétrica bifásica mais um kit interno com 3 pontos de luz, 1 tomada para cozinha e 1 tomada para kit multimídia baseado no Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003.

Ao longo dos anos, o consumo de energia aumentou pelo fato de os moradores adquirirem equipamentos necessários no uso do dia a dia, como bombas d'água para irrigação, trituradores, ordenhas, entre tantos outros, além de utensílios como eletrodoméstico, aparelhos eletrônicos, entre outros para aumentar o conforto e o bem-estar em suas residências.

Com o aumento do consumo, também aumentaram as reclamações dos moradores sobre as constantes quedas de energia, ocasionando queimas dos equipamentos e da falta de rede trifásica em todo o assentamento, onde ocorre a existência na linha que chega na sede para alimentar o tanque de leite.

4.2 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Neste item, discutiu-se a execução de alguns procedimentos para diagnosticar a situação atual do assentamento e aplicou-se os diagnósticos socioeconômicos (Anexo A) em todos os lotes para realizar o levantamento da biomassa existente no assentamento.

A área comunitária principal do assentamento, situada na sede, além de possuir o tanque de leite e uma unidade de processamento de alimentos (UPA) que está no processo de construção, por se tratar de um local com possível geração de biomassa e de consumo de energia elétrica, torna-se um local de análise do projeto.

4.2.1 Aplicação do diagnóstico socioeconômico

No início do ano de 2016, a COATER realizou, através da solicitação do INCRA, o diagnóstico socioeconômico em todos os lotes de todos assentamentos da região de Andradina, incluindo o assentamento em estudo Estrela da Ilha, a fim de levantar dados gerais dos lotes, desde relação familiar, infraestrutura e até a produção animal e vegetal.

Para a realização dos diagnósticos, foi feito levantamento das produções animais e vegetais e suas tabulações dos dados em planilhas eletrônicas. Realizou-

se os diagnósticos juntamente com a equipe técnica da COATER e vivenciou-se um pouco da realidade dos moradores.

Informações como a quantidade de animais existentes, entre eles bovinos, suínos e aves, e o uso das áreas ocupadas do solo, em hectares, distribuídas em áreas de pastagem, culturas permanentes, culturas anuais, horticulturas e reflorestamento foram contabilizados para o cálculo de geração de biomassa e seu potencial energético para converter em energia elétrica.

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

4.2.2 UPA – Unidade de processamento de alimentos

As Unidades de Processamento de Alimentos (UPAs) de agricultura familiar são espaços físicos estruturados e equipados com a finalidade de auxiliar o desenvolvimento de atividades de processamento e distribuição dos gêneros alimentícios oriundos da agricultura familiar e do apoio à comercialização direta da produção aos programas institucionais como Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), além dos mercados locais e regionais (FRANZOSI, 2016).

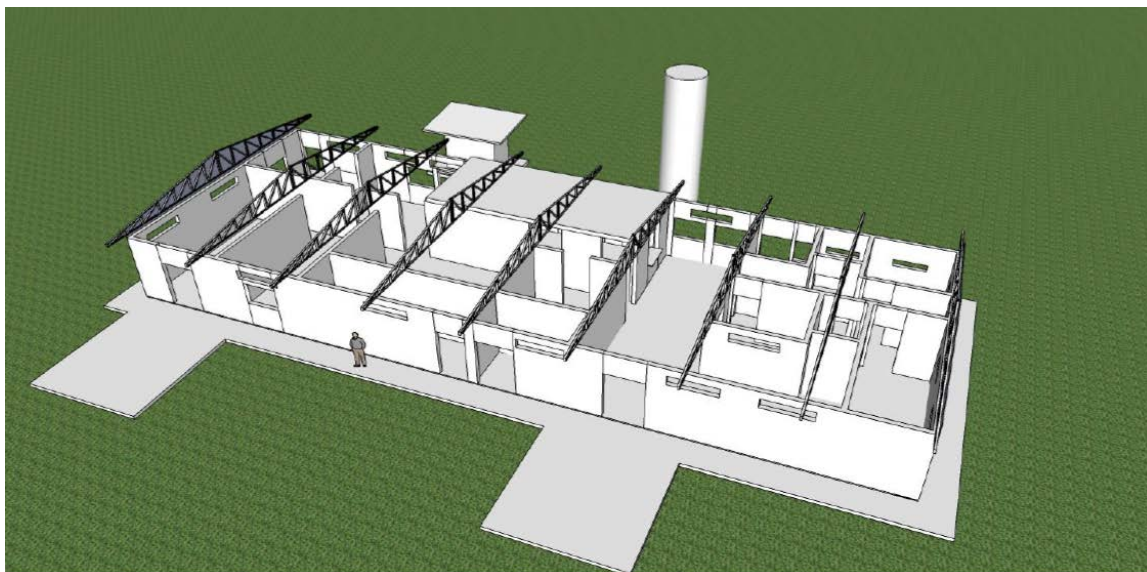
Através de uma ementa parlamentar, o assentamento Estrela da Ilha foi beneficiado com uma UPA e está em processo de construção. O INCRA é responsável pela obra e pelo planejamento e disponibilizou as plantas, os materiais e a logística de seu funcionamento para o desenvolvimento do trabalho.

A UPA é um espaço destinado a todos os moradores trabalharem em conjunto no intuito de agregarem valor em seus produtos e assim, aumentarem a rentabilidade de suas atividades.

A UPA fica localizada na Área Comunitária 01, próximo à sede do assentamento e ao lado do tanque de leite, local de fácil acesso e estrategicamente bem localizado dentro do assentamento.

A Figura 13 é a planta 3D da UPA que traz a dimensão espacial do galpão, a Figura 14 é a planta baixa da UPA que retrata todas as divisões e cômodos.

Figura 13 – Planta 3D da UPA



Fonte: Franzosi (2016).

Figura 14 – Planta baixa da UPA



Fonte: Franzosi (2016).

O INCRA possui uma relação de materiais e equipamentos que são utilizados para diversas finalidades, como no setor administrativo, de limpeza e, principalmente, no processamento de alimentos, com uma previsão de consumo de energia elétrica de 3.000 kWh/mês.

A Figura 15 é a UPA em construção registrada “in loco”. O INCRA informou que a previsão para o término da obra é para o segundo semestre de 2018.

Figura 15 – UPA em construção



Fonte: Registrado pelo próprio autor.

4.2.3 Procedimento para o cálculo de conversão da biomassa em energia elétrica

Após quantificar e mapear a biomassa presente no assentamento Estrela da Ilha, elabora-se uma planilha eletrônica para calcular a capacidade em gerar energia elétrica a partir da biomassa disponível. A realização dos cálculos baseia-se nas obras citadas no Capítulo 2 do presente estudo. Dividiu-se em duas classes de biomassa existentes no local, animais e vegetais.

Primeiramente realiza-se o levantamento da quantidade existente de animais em todo o assentamento; em seguida elabora-se uma planilha eletrônica com a média de dejetos gerados diariamente por cada espécie de animal, o quanto que cada kg de esterco gera m^3 de biogás, o quanto cada animal gera por dia em m^3 de biogás e por fim, o resultado total de biogás (m^3 /dia) de todos os animais existentes no assentamento.

Em seguida, considera-se a utilização do motogerador acoplado no biodigestor para o cálculo de conversão do biogás em energia elétrica.

Em relação a classe dos vegetais, inicia-se com o mapeamento da biomassa disponível no assentamento para o cálculo da energia elétrica. Em relação ao cálculo, o estudo baseia-se na mistura de culturas descrita no Capítulo 2, item 2.2.1 por Menezes (2011) e De Baere (2007).

A utilização da mistura de culturas citada acima, enquadra-se com a realidade do assentamento Estrela da Ilha pela existência de uma enorme diversidade de culturas nos 210 lotes. As culturas são tanto anuais quanto perenes e cada uma delas com suas peculiaridades.

Para a conversão em quilowatt-hora, aplica-se os fatores de conversão disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e, em seguida, apresenta-se a planilha eletrônica com os cálculos realizados para obter o valor da produção de energia elétrica.

Por fim, soma-se os resultados obtidos dos resíduos animais e dos vegetais, totalizando o potencial do assentamento Estrela da Ilha em produzir energia elétrica.

5 AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA

O capítulo apresenta as considerações sobre a capacidade de o local produzir energia elétrica, e a análise sobre a viabilidade da implantação de biodigestores para esta produção, a partir do diagnóstico apresentado no Capítulo 3.

Os dados sobre a capacidade energética são divididos em duas classes, sendo o primeiro referente à quantidade de animais e o segundo à quantidade de vegetais, a fim de melhor compreender tais dados.

Posteriormente, apresenta os valores obtidos do potencial de geração de energia elétrica através de alguns possíveis cenários apresentados, no intuito de avaliar o custo-benefício da implantação de biodigestores no assentamento com o intuito de diminuir os custos com energia elétrica e de promover a sustentabilidade do assentamento Estrela da Ilha.

5.1 QUANTIDADE DE ANIMAIS

Através dos diagnósticos socioeconômicos aplicados em todos os 210 lotes do assentamento Estrela da Ilha no início de 2016, é possível quantificar os animais existentes. A Tabela 12 discrimina os tipos e a quantidade de animais existente no assentamento.

Tabela 12 – 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

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A quantidade total de animais existentes no local pesquisado foi de 14.548 cabeças. Com esse total de animais tabulados, elabora-se uma tabela com o total de biogás (m^3/dia) que esse montante pode produzir, a partir dos dados citados no Capítulo 2, item 2.2.2. Estes dados são:

- Média de dejetos (kg/dia): é a quantidade média de dejetos produzidos por cada animal de sua determinada espécie (SGANZERLA, 1983);
- m^3 de biogás/kg de esterco: relação entre a média de dejetos (kg/dia) por espécie de animal sendo convertido em biogás (m^3/dia) (COLATTO et al., 2011);

- m³ biogás/animal/dia: quantidade de biogás produzido por cada animal de sua espécie por dia (KUNZ et al., 2006).

A Tabela 13 apresenta a quantidade diária de produção de biogás em m³ pela quantidade total de animais existentes no assentamento Estrela da Ilha.

Tabela 13 – Geração total de biogás pelos animais

	Quantidade de animais (cb)	Média de dejetos (kg/dia)	kg de biogás/Kg de esterco	m ³ biogás/animal/dia	Total de biogás (m ³ /dia)
Bovino	3.357	10,00	0,037	0,37	1.242,09
Suíno	664	2,25	0,062	0,14	92,63
Ave	10.527	0,18	0,055	0,01	104,22
Total	14.548				1.438,94

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Pode-se verificar que a quantidade de biogás por m³/dia capaz de ser produzida pelos bovinos é de 1.242,09, pelos suínos é de 92,63 e pelas aves é de 104,22. Portanto, estima-se que a produção total diária de biogás é de 1.438,94 m³/dia.

Para a conversão do biogás em energia elétrica, baseia-se na metodologia de CCE (2000) adaptado por Marques (2012), tendo por base a equivalência de 25% do uso do biogás como combustível no motogerador. Assim, o valor de simulação de energia elétrica obtido a partir da conversão de 1.438,94 m³/dia de biogás é de 359,73 kWh/dia.

5.2 QUANTIDADE DE VEGETAIS

Em relação a biomassa disponível dos vegetais, a Tabela 14 está subdividida em culturas permanentes, culturas anuais, pastagem, reflorestamento e em destaque o milho por ser a cultura em maior escala de produção, sendo a área medida em hectares.

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 ser replantadas. Normalmente o período de colheita é curto, pois se estende por menos de 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 que também se enquadram em culturas anuais, entre elas estão alface, couve, rúcula, salsa, cebolinha, almeirão, chicória, entre outras.

O milho apesar de ser uma cultura anual, é destacado separadamente devido a sua predominância no assentamento.

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 foi a *Brachiaria decumbens*, por ser de fácil adaptação ao solo, aguentar períodos de seca e por ser de baixo.

A vegetação de reflorestamento é destacada por causa do Eucalipto, pois as demais vegetações de reflorestamento estão contidas nas áreas de proteção ambiental (APP) e nas áreas de reservas legais (RL). A Tabela 14 apresenta a quantidade total de vegetais no assentamento Estrela da Ilha.

Tabela 14 - 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
Pasto	1.892,36
Reflorestamento	7,65
Total	2.239,12

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O total em hectares da produção vegetal é de 2.239,12. Porém, o item *reflorestamento* não será contabilizado devido ao foco da pesquisa ter sido o uso de dejetos de animais e culturas agrícolas nos biodigestores. O eucalipto, em especial, é mais utilizado em caldeiras que através da sua queima, converte-se em energia elétrica pelas turbinas.

Em relação ao item *pastagem*, é analisado separadamente pelo fato da forrageira predominante ser a base de alimentação dos rebanhos bovinos. Diante destas duas restrições, a Tabela 15 consta somente os vegetais que são calculados para a geração de energia elétrica.

Tabela 15 – Quantidade de vegetais utilizados para a produção de energia

Tipo de vegetais	Quantidade de vegetais (hectare)
Milho	78,26
Culturas permanentes	126,12
Culturas anuais	134,73
Total	339,11

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Os dados contabilizam uma área total de 339,11 hectares subdivididos entre as produções de milho, culturas permanentes e culturas anuais. Devido à dificuldade de encontrar na literatura o poder calorífico de todas as culturas existentes no assentamento, a Tabela 16 baseia-se nos autores Menezes (2011) e De Baere (2007) que consideram que a mistura de culturas nas áreas rurais produz 75 GJ / ha de energia limpa.

Tabela 16 – Produção de energia em giga joule por hectare

Tipo de vegetais	Quantidade de vegetais (ha)	Giga joule/hectare	Total giga joule (GJ)
Milho	78,26	75,00	5.869,50
Culturas permanentes	126,12	75,00	9.458,62
Culturas anuais	134,73	75,00	10.104,75
Total	339,11		25.432,88

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A tabela 16 expressa a capacidade de produção de 25.432,88 GJ de energia elétrica a partir do total de 339,11 hectares de produção vegetal.

A Tabela 17 baseia-se na ANEEL para o cálculo da produção total de energia elétrica pelos vegetais em quilowatt-hora por dia.

Tabela 17 – Produção total de energia elétrica pelos vegetais

Tipo de vegetais	Quantidade de vegetais (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
Total	339,11		25.432,88		7.062.709,39	19.349,89

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Pode-se obter o valor de 19.349,89 quilowatt-hora por dia a partir da produção vegetal.

Portanto, a somatória das duas classes (animais e vegetais) é de 19.709,62 kWh/dia, representando o valor total do potencial do assentamento Estrela da Ilha em produzir energia elétrica a partir da biomassa disponível.

5.3 AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO NO ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA

Neste item, apresenta-se o diagnóstico no assentamento Estrela da Ilha afim de avaliar o seu potencial em produzir energia elétrica através da biomassa disponível.

Informações sobre o valor médio do consumo de energia elétrica e da renda média de todo o assentamento, obtida com a equipe de assistentes sociais da COATER complementaram o diagnóstico.

De acordo com as informações repassadas pela equipe da COATER, a renda média do assentamento, ou seja, a renda obtida pelas atividades exercidas de cada lote é de 2 salários mínimos. A respeito do consumo de energia elétrica, obteve-se durante o levantamento de informações juntamente com os moradores, o valor médio de todo o assentamento de 1.773,45 kWh/dia.

5.3.1 Cada lote como uma pequena propriedade rural

Um dos possíveis cenários é a implantação de um biodigestor em cada lote considerando-o como uma pequena propriedade rural e independente das demais. Dessa forma, diminui os gastos com transporte e a dependência de outros moradores na manutenção do biodigestor, além de ser fácil manuseio com suas pequenas dimensões.

Calza (2015) estima valores de biodigestores nos modelos Indiano, Chinês e Canadense para diferentes volumes de biogás. Segue a Tabela 18 com a capacidade dos biodigestores em m³ e os valores calculados no ano de 2015 pela autora.

Tabela 18 – Custo por modelo e capacidade de biodigestor no ano de 2015

Capacidade do biodigestor (m ³)	Custo total por modelo de biodigestor (R\$)		
	Indiano	Chinês	Canadense
20	5.065,70	4.052,50	2.104,00
40	7.099,30	5.679,40	3.162,00
60	9.440,20	7.552,10	4.188,00
80	11.470,90	9.176,70	5.214,00
100	12.486,30	10.801,40	6.240,00
120	14.178,60	12.426,00	7.266,00

Fonte: Calza (2015).

Além do valor do biodigestor é necessário incluir o valor do motogerador, segundo o site (www.royalmaquinas.com.br), consultado em dezembro de 2017, o valor do motogerador da marca Branco com motor de 13 cv, potência máxima de 4 kVA, bivolt, rotação de 3.600 rpm com o consumo de 2,0m³ de biogás por hora de trabalho é de 8.291,50 reais.

O custo estimado da implantação do biodigestor e do motogerador baseado nos dados acima, varia aproximadamente de R\$ 10.000,00 a 22.000,00 reais, sem considerar a manutenção e a mão de obra, pois o cenário favorece o morador sendo encarregado destas funções.

Segundo Esperancini (2007), para este cenário se tornar viável é necessário buscar incentivos através de políticas públicas ou de programas que possam subsidiar a implantação dos biodigestores.

5.3.2 Implantação de uma micro usina para todo o assentamento

O cenário, embora possa ser o mais complexo, é o com maior potencial em aproveitar toda a biomassa ao implantar uma micro usina em local estratégico dentro do assentamento.

Segundo a Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL, define geração compartilhada como:

Caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nos quais a energia excedente será compensada. (ANEEL, 2015, não paginado)

Com o potencial em produzir 19.709,62 kWh/dia e o valor estimado de consumo em todos os lotes de 1.773,45 kWh/dia torna-se bem atrativo.

Neste cenário, a principal dificuldade é o alto custo de implantação, apesar do retorno do investimento, a coleta diária da biomassa em cada lote e o transporte da mesma para a micro usina exigem o uso de transporte mecanizado como caminhão e trator, elevando assim o custo.

O trabalho em conjunto também pode ser um empecilho, pois todos devem contribuir com a mão de obra em coletar, transportar e no manuseio da micro usina. O custo com a manutenção por especialistas também tem que ser levado em conta para que haja assistência especializada a fim de não prejudicar o funcionamento e a vida útil da usina e dos equipamentos.

O enquadramento do assentamento neste cenário possibilita em se tornar uma geradora de energia elétrica se enquadrando como minigeração ou microgeração.

5.3.3 UPA e tanque de leite

Implantar um biodigestor na sede para atender tanto o tanque de leite quanto a UPA talvez seja o cenário mais indicado para a comunidade conhecer melhor o processo de geração de energia pelo biodigestor e se habituar com essa nova concepção. Estes locais são de uso comunitário, sem beneficiar algumas famílias ou grupos distintos.

O consumo estimado pelo INCRA com a energia elétrica na UPA quando estiver em funcionamento é de 3.000 kWh/mês, e o consumo do tanque de leite é em média 1.700 kWh/mês, conforme informações obtidas durante a aplicação do diagnóstico com o responsável do tanque (Anexo B).

O total do consumo médio do tanque de leite e da UPA é de 4.700 kWh/mês. Ao considerar em aproveitar apenas 1% de toda a biomassa disponível do assentamento para converter em energia elétrica atenderia toda a demanda, conforme representado na Tabela 19.

Tabela 19 – Biomassa vegetal para tanque de leite e para UPA.

VEGETAL (1%)	
Cultura	Diversificado
Produção (hectare/ano)	3,39
Energia (kWh/mês)	5.800

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Com a geração de energia com 1% produz 5.800 kWh/mês, atendendo os 4.700 kWh/mês previstos com o tanque de leite e da UPA. Este cenário talvez seja o mais viável para a comunidade implantar o sistema, pois mesmo sem auxílio financeiro de chamadas públicas ou de projetos governamentais, o custo da implantação pode ser dividido entre os moradores.

5.3.4 Pasto como fonte energética

Na maioria dos lotes, as áreas destinadas a pastagem englobam quase a totalidade dos mesmos devido a bovinocultura ser a principal atividade do assentamento. A maioria dos lotes não trabalham com o sistema de confinamento, portanto os rebanhos precisam de muito espaço para se alimentarem das forrageiras.

Diante desta realidade, não foram calculadas as quantidades de forrageiras presentes nos pastos por compreender que elas são todas consumidas pelos rebanhos bovinos. No entanto, este cenário sugere como alternativa, utilizar 10% da área total destinada ao pasto para o cultivo do capim-elefante, pois além de possuir um PCI alto também pode ser aproveitado como alimento para o gado no período de seca.

Segundo Neiva (2016), o capim-elefante produz $49,75 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de matéria seca e cada tonelada de capim-elefante produz 4.002 kWh, representado na Tabela 3 do presente estudo.

Tabela 14 contém a área total destinado as pastagens no assentamento Estrela da Ilha, dado levantado através dos diagnósticos socioeconômicos e pelo mapeamento. A área total é 1.892,36 hectares, representando 63,84% da área total do assentamento.

Segue a Tabela 20 com o cálculo do potencial da área destinada para o plantio de capim-elefante para geração de energia elétrica.

Tabela 20 – Potencial de geração de energia elétrica pelo capim-elefante

Biomassa	Área (ha)	Produção t/ha/ano	Geração de energia kWh/ton	Total em kWh/ano	Total em kWh/dia
Capim Elefante	189,34	49,75	4.002	37.697.499,33	104.715,28

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Ao considerar 10% da área total de pastagem para o plantio de capim-elefante, estima-se a geração de energia no valor de 104.715,28 kWh/dia.

A fim de se implantar o biodigestor e motogerador para a avaliação do cenário perante o diagnóstico, pode-se considerar o mesmo perfil já discutido no item 5.3.2, com a implantação de uma micro usina.

Portanto, ao realizar o mapeamento energético de toda a biomassa disponível no assentamento e considerar o plantio do capim elefante em 10% de toda área destinada a pastagem, o potencial do assentamento em gerar energia elétrica pode chegar a 124.424,90 kWh/dia, considerando também a produção animal.

5.4 CONSIDERAÇÕES

A utilização do diagnóstico de potencial energético no assentamento rural Estrela da Ilha em 4 diferentes cenários permitiu avaliar a capacidade de produção de

energia elétrica através da implantação de biodigestores e motogeradores utilizando a biomassa disponível e a possibilidade de a propriedade ser enquadrada na NR 687, como uma microgeradora ou minigeradora.

No entanto, a implantação desses equipamentos pode ser um dificultador para implantar o processo devido a realidade socioeconômica dos moradores, o que requer um investimento financeiro. Entretanto, se houver investimentos externos, como políticas públicas, todas as possibilidades de cenários de implantação do sistema de biodigestores e motogeradores tornam-se viáveis, além de incentivarem melhoras nas áreas rurais.

Assim, considera-se que o assentamento Estrela da Ilha contém quantidade de biomassa para se tornar geradora de energia elétrica e de um local sustentável.

6 CONCLUSÃO

A existência de resíduos orgânicos nas propriedades rurais gerados através de suas atividades cotidianas consiste em uma fonte de energia capaz de trazer benefícios econômicos e profissionais pela geração de energia elétrica, se aproveitados como biomassa, além de promover um meio sustentável.

Diante destes benefícios, o diagnóstico contribui para realizar o processo de avaliação do potencial das propriedades rurais em produzir energia elétrica e dos cenários mais viáveis para propriedade implantar sistemas de biodigestor e motogerador. Outra vantagem da escala é que possibilita promover um mapeamento das principais culturas energéticas com o intuito de ampliar o cultivo e, consequentemente, a produção de energia.

No assentamento Estrela da Ilha obteve-se a existência de 3.357 bovinos, 664 suínos e 10.527 aves. O foco do aproveitamento são dejetos de cada animal, pois possuem alto poder calorífico e, ao serem degradados pelo biodigestor, produzem o biogás que, por sua vez é utilizado como combustível no motogerador que, em seguida, gera energia elétrica.

O valor simulado da produção de energia elétrica pelo grupo dos animais através de todo o processo referenciado pela literatura, é de 359,73 kWh/dia.

No grupo dos vegetais quantifica-se as culturas anuais e permanentes existentes em todo o assentamento, com o total da área de 339,11 ha. Por se tratar de uma diversidade de culturas, baseiam-se em Menezes (2011) e De Baere (2007), pois consideram que a mistura de culturas introduzida no biodigestor produz 75 GJ de energia limpa.

A partir da conversão da biomassa das culturas em energia elétrica, obtém-se o valor de 19.349,89 kWh/dia. Portanto, a somatória dos dois grupos resulta no valor de 19.709,63 kWh/dia.

Com o intuito de obter um parâmetro de quanto este valor representa no consumo anual, realiza-se um levantamento dos custos com energia elétrica através de contas de energia disponibilizadas pelos moradores, com a média de 1.773,45 kWh/dia.

Por fim, cria-se cenários para avaliar a implantação de biodigestores e através do diagnóstico indicar a viabilidade de cada um. Os cenários consistem em: implantar um biodigestor em cada lote, representado uma pequena propriedade rural; implantar

uma micro usina para atender todo o assentamento; implantar um biodigestor visando atender somente o tanque de leite e a UPA, que são de uso comunitário; e por fim, considerar o uso de 10% da área destinada aos pastos para o plantio do capim-elefante.

A partir das simulações descritas e da quantidade de biomassa disponível no local (matéria-prima para se obter energia elétrica), pode-se concluir que o uso de biodigestores e motogeradores, devido ao grande potencial de geração de energia elétrica que eles produzem, consiste numa alternativa eficiente para suprir a demanda de energia elétrica e tornar o meio mais sustentável.

6.1 CONSIDERAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em virtude da amplitude e complexidade do tema, sugere-se para a realização de futuros trabalhos as seguintes abordagens:

- Analisar a qualidade de energia elétrica nos assentamentos rurais que são atendidas pelas concessionárias, pois a maioria foram atendidas pelo Programa Luz para Todos que inicialmente as propriedades foram atendidas por um kit básico e que ao longo dos anos, as propriedades evoluíram e consequentemente o consumo de energia aumentou. Existe hoje no mercado equipamentos práticos que podem fazer medições sobre a qualidade de energia, como o equipamento *Dranetz PowerVisa TM MAVOWATT 30*;
- Explorar a codigestão, ou seja, biodigestores que funcionam com resíduos combinados, como os dejetos animais, resíduos das atividades agrícolas e agroindústrias;
- Mapear as culturas energéticas que podem ser produzidas nas propriedades rurais afim de gerar energia elétrica, pois atualmente, estudos são voltados para os *energy crops* para produção de biocombustíveis;
- Busca de investidores como na comercialização de créditos de carbono, políticas públicas ou de programas governamentais que possam contribuir com a implantação do sistema, pois a economia que se pode gerar em todo o assentamento, além de seu excedente ser convertido em créditos futuros com a concessionária local, e a diminuição dos passivos ambientais e de se tornar um local sustentável são apenas alguns dos benefícios que podem ocorrer na qualidade de vida e do ambiente.

O artigo "POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS – O CASO DO ASSENTAMENTO ESTRELA DA ILHA", referente ao presente estudo foi aceito para ser apresentado no VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado – RS, 2018.

REFERÊNCIAS

- ALBARRACIN, A. L. T. **Biogás oriundo de resíduos como vetor energético no Brasil**. 2016. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas – SP, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília, DF, 2008.
- BARICHELO, R. **O uso de biodigestor em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor**: um estudo de caso na região Noroeste do rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado) pelo Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria – RS, 2010.
- BATISTA, L. F. **Manual técnico de construção e operação de biodigestores**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1981.
- BAZARA, X.; GALIMANY, F.; TORRES, R. Digestión anaeróbica em el tratamiento de efluentes y lodos residuales. **Tecnología del Agua**, [S. l.], n. 233, p. 34-46, 2003.
- BENINCASA, M.; ORTOLANI, A. F.; JUNIOR, J. L. **Biodigestores convencionais?** Jaboticabal: FUNEP, 1991. 25 p.
- BLEY JUNIOR, C. **Agroenergia da biomassa residual**: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. 2. ed. Foz do Iguaçu: FAO, 2009.
- BORGES, A. C. P.; SILVA, M. S.; ALVES, C. T.; TORRES, E. A. Energias renováveis: Uma contextualização da biomassa como fonte de energia. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v.10, n. 2, p. 23-36, jul./dez. 2016.
- BRONDANI, J. C. **Biodigestores e biogás**: balanço energético, possibilidades de utilização e mitigação do efeito estufa. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria – RS, 2010.
- CALZA, L. F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Revista Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 35, n. 6, p. 990-997, nov./dez. 2015.
- CARDOSO, B. M. **Uso da biomassa como alternativa energética**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. Projeto de Graduação do curso de Engenharia Elétrica.
- CENTRO PARA CONVENÇÃO DE ENERGIA. **Guia técnico do biogás**. Algés: JE92 Projetos de Marketing Ltda., 2000.
- CHAE, K. J.; JANG, A.; YIM, S. K.; KIM, I. S. The effects of digestion temperature and temperature shock on the biogas yields from the mesophilic anaerobic digestion of swine manure. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 56, p. 179-186, 1996.

CHAMBERS, A. K.; POTTER, I. **Gas utilization from sewage waste: carbon and Energy Management**. Alberta: Alberta Research Council Edmontn, 2002.

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

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. Acesso de geração distribuída ao sistema copel (com comercialização de energia). **Normas Técnicas COPEL – NTC 905100**. Curitiba, 2013. Revisão.

DAL BEM, J. C. T.; BARBI, I.; NORMEY-RICO, J. E.; RUTHER, R. Solução para bombeamento de água em propriedades rurais utilizando energia solar fotovoltaica. **Revista Brasileira de Energia Solar**, ano 7, v. 7, n. 1, p. 50-57, 2016.

DASSIE, A. M. Programa Luz para Todos: avaliação da cobertura com os dados disponíveis. In: CONGRESSO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE POBLACIÓN, 7., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s. n.], 2016.

DE BAERE, L. Start-up of continuous dry digestion plant energy crops. In: INTERNATIONAL CONFERENCE: RENEWABLE RESOURCES AND BIOREFINERIES, 2007, Ghent. **Anais...** Ghent: [s. n.], 2007.

DEGANUTTI, R.; PALHACI, M. C. J. P.; ROSSI, M.; TAVARES, R.; SANTOS, C. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada**. Bauru: UNESP, 2012.

DE LA TORRE, N. **Digestion anaerobian em comunidades rurales**. [S. l.: s. n.], 2008. Disponível em: <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/11627/1/PFC_Nadia_deLaTorre_Caritas.pdf>. Acesso em 01 de setembro de 2016.

DIAZ, G. O. **Análise de sistemas para o resfriamento de leite em fazendas leiteiras com o uso do biogás gerado em projetos MDL**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica pela Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2006.

DI BERARDINO, S. Novas tendências nos sistemas de digestão anaeróbica e produção de biogás. **Indústria & Ambiente**, [S. l.], n. 59, p. 28-31, 2009.

ELEKTRO. **ND. 20: fornecimento de energia elétrica primária em tensão primária de distribuição**. São Paulo, 2015. Revisão.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Biogás, independência energética do Pantanal Mato-grossense**. Corumbá: Unidade de Execução de pesquisa de Âmbito Estadual de Corumbá, 1981.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço energético nacional 2015: ano base 2014**. Rio de Janeiro, 2015. 292 p.

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do estado de São Paulo. **Revista Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-118, jan/abr, 2007.

FERREIRA, A. L.; PRADO, F. P. A.; SILVEIRA, J. J. The alcohol price and flex cars. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POLICY MODELING - ECOMOD, São Paulo, 2007. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 2007.

FIGUEIREDO, N. **Utilização de biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica – Estudo de caso**. 2011. Dissertação (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, 2011.

FRANZOSI, E. M. **Material concedido pelo INCRA sobre a construção da upa em 10 de novembro de 2016**. [S. l.: s. n.], 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Série EAD. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2009.

GUARDADO, J. Tecnología del biogás. **Energía y Tu**, n. 34, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDEMBERG, J; VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: Editora da USP, 2003.

HIRANO, M. Y. **Geração de energia por microturbina alimentada à biogás em uma propriedade rural: estudo de caso**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Bauru, 2015.

HODGE, B. K. **Sistemas e aplicações de energias alternativas**. São Paulo: LTC, 324 p.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de política Agrícola**, ano 15, n. 3, jul./ago./set., 2006.

LUCAS JÚNIOR, J. **Estudo comparativo de biodigestores modelos indiano e chinês**. 1987. 114 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, 1987.

MACARI, N. C.; RICHARDSON, R. D. Operation of a caterpillar 3516 spack-ignited engine on low-btu fuel. **Journal of Engineerin for gas turbines and Power**, [S. l.], v. 109, p. 443-337, 1987.

MAMANI, Leonardo A. B. **Desenvolvimento de um reator para geração de biogás a partir de biomassa de microalgas como alternativa energética nas áreas rurais**. 2015. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2015.

MARQUES, C. A. **Microgeração de energia elétrica em uma propriedade rural utilizando biogás como fonte primária de energia elétrica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) –Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2012.

MARTÍ, J. **Biodigestores familiares: guía de diseño y manual de instalación**. Bolívia, 2008.

MENEZES, S. L. **Cana-de-açúcar e silagem de cana em codigestão com esterco bovino na produção de biogás**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal – SP, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Nota técnica DEA 15/14: inventário energético de resíduos rurais**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, EPE, 2014.

MINERGIA et al. **Manual de Biogás**. Chile, 2011.

MULLER, G. P. Landfill gas application development of the cartepillar G3600 spack-ignited gas engine. **Journal of Engineering for gas turbines and power**, [S. l.], v. 117, p. 820-825, 1995.

NEIVA, R. **Novo cultivo de capim-elefante apresenta produtividade de 30% maior**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17002039/nova-cultivar-de-capim-elefante-apresenta-produtividade-30-maior>>. Acesso: 30 de julho de 2017.

NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 199 p.

OLIVEIRA, M. M. **Estudo de inclusão de compartimentos em biodigestores modelo canadense**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2012.

OLIVEIRA, R. A. F. **Geração de energia elétrica através do uso de biomassa na Bahia: condicionantes e oportunidades**. 2006. Dissertação (Mestrado em Regulação da Indústria de Energia) - Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador, 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ONUDI. Programa de capacitação em energias renováveis. **Observatório de Energias Renováveis para a América Latina e o Caribe**. [S. l.: s. n.], 2017. 150 p. Apostila. Disponível em: <<http://www.renenergyobservatory.org/br/programa-de-capacitacao.html>>. Acesso: 10 de maio de 2017.

PAVAN, M. **Geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos: Avaliação e diretrizes para tecnologias potencialmente aplicáveis no Brasil**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2010.

RIBEIRO, C. M. **Análise energética, econômica e ambiental da biodigestão de resíduos agropecuários gerados por pequenos e médios produtores rurais da região sul do Espírito Santo**. Tese (Doutorado em Energia) - Graduação da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2013.

RODRIGUEZ, J. L.; PRESTON, T. R.; LAI, V. N. Integrated farming systems for efficient use of local resources. In: INTERNET CONFERENCE ON INTEGRATED BIO-SYSTEMS, 1998, [S. l.]. **Proceedings...** [S. l.: s. n.], 1998.

SEBIGÁS, S. P. A. **Usina de biogás: nova fonte de energia a partir do lixo orgânico**. [S. l.: s. n.], 2014.

SILVA, F. P. **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**. 2015. 161 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Universidade de Brasília – UNB, Planaltina, 2015.

SGANZERLA, E. **Biodigestor: uma solução**. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

SOUZA, R. G. **Desempenho do conjunto motogerador adaptado a biogás**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2006. 40 p.

ZANATO, J. A. F. **Produção e qualidade do biogás gerado com dejetos de diferentes espécies animais**. 2014. 130 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, 2014.

ZICARI, S. **Removal of hydrogen sulfide from biogas**. 2003. 115 f. Thesis (Master) – Faculty of the Graduate School, Cornell University, Wyoming, 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO A - Diagnóstico socioeconômico

ASSENTAMENTO: _____ ASSENTADO: _____ APELIDO: _____ SIPRA: _____

LOTE: _____ ÁREA: _____ AGROVILA: _____ TEL: _____ E-MAIL: _____ Situação: _____

1 – IDENTIFICAÇÃO DOS MORADORES

NOME COMPLETO	PARENTESCO	ESTADO CIVIL	CPF	SEXO (M/F)	RAÇA	DATA DE NASCIMENTO	ESCOLARIDADE

Raça – Branco, pardo, negro, amarelo, indígena. Estado civil: solteiro, casado, viúvo, separado, divorciado, companheiro. E escolaridade: educação infantil, ensino fundamental, médio ou superior

2 – ASPECTOS DE SAÚDE

RESPOSTAS (Sim/Não) e quantidade	Doença cardíaca	Problema de coluna	LER	Pressão Alta	Diabetes	Obesidade	Doença respiratória	Câncer	Intoxicação agrotóxicos
Algun familiar com?									
	Deficiência física	Deficiência visual	Deficiência auditiva	Transtorno mental	Fumante	Alcoolismo	Dengue	Violência doméstica	Dependente de drogas
Algun familiar com?									
	Posto de saúde público	Programa Saúde da Família (PSF)	Médico particular	Plano de saúde particular	Atendimento odontológico	Plantas medicinais	Medicação do SUS		
Faz uso de?									

3 – ASPECTOS DE EDUCAÇÃO E LAZER

Escola dos filhos: _____ Localização: _____ Distância da escola (km): _____ Meio de transporte: _____

Escola dos filhos: _____ Localização: _____ Distância da escola (km): _____ Meio de transporte: _____

Escola dos filhos: _____ Localização: _____ Distância da escola (km): _____ Meio de transporte: _____

Escola dos filhos: _____ Localização: _____ Distância da escola (km): _____ Meio de transporte: _____

Escola dos adultos: _____ Localização: _____ Distância da escola (km): _____ Meio de transporte: _____

Escola dos adultos: _____ Localização: _____ Distância da escola (km): _____ Meio de transporte: _____

Escola dos adultos: _____ Localização: _____ Distância da escola (km): _____ Meio de transporte: _____

Lazer existente no assentamento: _____ Lazer desejado no assentamento: _____

Lazer existente no assentamento: _____ Lazer desejado no assentamento: _____

Lazer existente no assentamento: _____ Lazer desejado no assentamento: _____

Comunicação no assentamento (Sim/Não): () Celular () Fixo () Internet

4 – HABITAÇÃO E INSTALAÇÕES NO LOTE

TIPO	MATERIAL	ÁREA (M²)	CONSERVAÇÃO	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	ESGOTO	COBERTURA	ÁGUA DE CONSUMO	TRANSPORTE PESSOAL

Tipo – Casa residencial, galpão, depósito, etc. Material – Alvenaria, madeira, barro, lona. Conservação – Boa, regular, precária. Instalação elétrica e hidráulica – Sim ou Não. Esgoto – fossa asséptica, fossa comum, rede de esgoto, ar livre. Cobertura: cerâmica, fibrocimento, metálica, etc. Água de consumo – Potável, Fervida, Filtro, tratada. Transporte – Carro, moto, bicicleta, nenhum.

11 – OUTRAS RENDAS

ITEM / VALOR ANUAL	Artesanato	Arrendamento	Doces e Compotas	Comércio	Prestação de serviços

12 – COMERCIALIZAÇÃO VEGETAL E ANIMAL

PRODUTO / %	Feira livre	Venda direta	Intermediário	PAA	PNAE	PPAIS	Cooperativa	Indústria	Parceria

Nome dos compradores: _____

Nota de produtor rural (S/N): _____ Utiliza barraca de feira do INCRA (S/N): _____

13 – INDICADORES AMBIENTAIS NO LOTE

ITEM (Existente ou Não)	Nascente ou riacho	Erosão de solo	Área de Preservação Permanente.	Reserva Legal	SAF	Produção Agroecológica	Produção Orgânica	Descarte de agrotóxicos
ITEM (Existente ou Não)	Recolhimento de lixo doméstico	Uso de EPI	Água disponível para irrigação	Vegetação nativa	Adução verde	Presença de fauna silvestre		

14 – INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

DATA: _____ TÉCNICO RESPONSÁVEL: _____ ASSINATURA: _____

15. CRÉDITOS

Modalidade	Valor (R\$)	Recebeu? SIM/NÃO	Ano da Concessão
Apoio Inicial I			
Apoio Inicial II			
Fomento (1ª Operação)			
Fomento (2ª Operação)			
Adicional do Fomento			
Habitação			
Fomento Mulher			

OBSERVAÇÃO:

ANEXO B - Conta de energia do tanque de leite

Unidade Consumidora: 15337634			UC Anterior: 157000032588		
Empresa: 0001 - ELEKTRO			Localidade: 0700 - IL SOLT		
Logradouro: 028935 - LIN SAO BENTO			Número: 96		
Complemento: TANQUE DE LEITE - ILS00096			Bairro: RURAL		
Per. Inicial: -			Per. Final: -		
Situação da UC: LG - LIGADA			em: 25-08-2016		
			Lig. Orig.: 01-01-1980		
			Inic. Rel.: 28-12-2006		
DADOS DA LEITURA					
Etapa:08		Livro: 430044		Seq. de Leit.: 1	
				Tipo de Leitura: 02 - COLETOR	
DADOS DE FATURAMENTO					
Arrecadação: 01 - INDEFIN			Entrega: 03 - ENT.ALT		
Classe Consumo: 4185 - CRIACAO DE OUTROS ANIMAIS NAO ESPEC			Início de Faturamento: 13/06/2017		
Tipo Faturamento: 001 - BT E AT SEM RD			Consumo Est.(kWh):		
Consumo Est.(kWh):			Sazonalidade: N		
Critério de Bxa. Renda:			Fator Potência:		
			Rotina Func.:		
Grupo Tensão: B - BAIXA			Subgrupo: 2 - RURAL		
			Tipo de Tarifa: 01 - CONVENC		
DADOS TÉCNICOS					
Fase: TR - TRIFASI			Fases Ligadas: ABCN - LIGADA NAS FASES: A, B e C + NEUTRO		
Carga Declarada(W): 3830			Tensão Mínima(V): 127		
			Tensão Máxima(V): 220		
Posto de Transformação:			Alimentador:		
			Caixa: -		
Histórico de Consumo					
Orig.	Dt. Ref.	Dias	Faturado	Ftp.	Irreg.
ANL	11/2014	35	2524	011	
ANL	12/2014	30	1885	000	
MFA	01/2015	32	1503	000	
MFA	02/2015	29	1971	000	
ANL	03/2015	30	2090	000	
MFA	04/2015	31	1995	000	
MFA	05/2015	30	1995	000	
ANL	06/2015	30	743	011	
MFA	07/2015	32	1838	000	
MFA	08/2015	29	1838	000	
ANL	09/2015	30	100	011	
MFA	10/2015	32	1680	000	
MFA	11/2015	30	1680	000	
ANL	12/2015	32	1413	011	
MFA	01/2016	30	1571	000	
MFA	02/2016	29	1576	000	
ANL	03/2016	29	2050	011	
MFA	04/2016	32	1540	000	
MFA	05/2016	30	1502	000	
ANL	06/2016	32	1087	012	
MFA	07/2016	30	1490	000	
MFA	08/2016	30	1461	000	
ANL	09/2016	32	580	012	
MFA	10/2016	30	1469	000	
MFA	11/2016	29	1452	000	
ANL	12/2016	31	2152	011	
MFA	01/2017	30	1494	000	
MFA	02/2017	29	1487	000	
ANL	03/2017	32	3191	011	
MFA	04/2017	29	1575	000	
MFA	05/2017	30	1578	000	
ANL	06/2017	32	1700	012	
Dados de Leitura					
Data Leitura	Equipamento	CON/AHR	Demanda	En. Reat.	Cste. Dias
09/10/2014	0001 MD 3T3775950	90112		1	0
12/11/2014	0001 MD 3T3775950	92636		1	34
12/12/2014	0001 MD 3T3775950	94521		1	30
13/01/2015	0001 MD 3T3775950	96024		1	32
11/02/2015	0001 MD 3T3775950	97995		1	29
13/03/2015	0001 MD 3T3775950	85		1	30
13/04/2015	0001 MD 3T3775950	2080		1	31
13/05/2015	0001 MD 3T3775950	4075		1	30
12/06/2015	0001 MD 3T3775950	4818		1	30
14/07/2015	0001 MD 3T3775950	6656		1	32
12/08/2015	0001 MD 3T3775950	8494		1	29
11/09/2015	0001 MD 3T3775950	8494		1	30
13/10/2015	0001 MD 3T3775950	10174		1	32
12/11/2015	0001 MD 3T3775950	11854		1	30
14/12/2015	0001 MD 3T3775950	13267		1	32
13/01/2016	0001 MD 3T3775950	14838		1	30
11/02/2016	0001 MD 3T3775950	16414		1	29
11/03/2016	0001 MD 3T3775950	18464		1	29
12/04/2016	0001 MD 3T3775950	20004		1	32
12/05/2016	0001 MD 3T3775950	21506		1	30
13/06/2016	0001 MD 3T3775950	22593		1	32
13/07/2016	0001 MD 3T3775950	24083		1	30
12/08/2016	0001 MD 3T3775950	25544		1	30
13/09/2016	0001 MD 3T3775950	26124		1	32
13/10/2016	0001 MD 3T3775950	27593		1	30
11/11/2016	0001 MD 3T3775950	29045		1	29
12/12/2016	0001 MD 3T3775950	31197		1	31
11/01/2017	0001 MD 3T3775950	32691		1	30
09/02/2017	0001 MD 3T3775950	34178		1	29
13/03/2017	0001 MD 3T3775950	37369		1	32
11/04/2017	0001 MD 3T3775950	38944		1	29
11/05/2017	0001 MD 3T3775950	40522		1	30
12/06/2017	0001 MD 3T3775950	42222		1	32