

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA – UNILAB
MESTRADO ACADÊMICO EM SOCIOBIODIVERSIDADE E TECNOLOGIAS
SUSTENTÁVEIS – MASTS

**APLICABILIDADE DE UMA TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO
MUNICÍPIO DE BARREIRA DO MACIÇO DE BATURITÉ**

MARIA LUCIENE DA SILVA

ACARAPE - CEARÁ

Novembro de 2016

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB
Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis – MASTS

MARIA LUCIENE DA SILVA

**Aplicabilidade de uma Tecnologia Sustentável no Município de Barreira do
Maciço de Baturité**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre em
Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis

Prof. Dr. Juan Carlos Alvarado Alcócer
Orientador

Acarape – Ceará
Novembro de 2016

**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira
Direção de Sistema Integrado de Bibliotecas da UNILAB (DSIBIUNI)
Biblioteca Setorial Campus Liberdade
Catalogação na fonte**

Bibliotecário: Gleydson Rodrigues Santos – CRB-3 / 1219

-
- S578a Silva, Maria Luciene da.
- Aplicabilidade de uma Tecnologia Sustentável no Município de Barreira do Maciço de Baturité. / Maria Luciene da Silva. – Acarape, 2016.
- 76 f.; 30 cm.
- Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis - MASTS da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB.
- Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos Alvarado Alcócer.
- Inclui figuras, gráficos, referências e tabelas.
1. Biodigestores - Regiões áridas – Brasil. 2. Biogás. 3. Biomassa. I. Título
- CDD 665.7760981
-

Comissão Examinadora

À Minha filha Ana Lúcia que com
menos de 01 ano me acompanhou nas aulas
presenciais e nas pesquisas, comportando-se muito bem.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por ter me guiado durante toda a trajetória do mestrado e, por ter proporcionado conquistas importantes durante esse período;

Ao professor-orientador Juan Carlos Alvarado Alcocer pela paciência e orientação;

À professora Juliana, pelo apoio enquanto coordenadora do Mestrado;

Aos professores Carlos Tavares, Hugo Silvestre, Luis Tomás e Cicero Saraiva pelas orientações repassadas;

À Mayara Sampaio e Dona Maria do Desterro por ter me apoiado em diversos momentos.

À minha irmã Maria Luciana e sobrinha Ana Letícia por ter ficado em alguns momentos com a Ana Lúcia enquanto fazia as pesquisas de campo;

Ao José Macílio por ter auxiliado nas pesquisas de campo;

À Dona Océlia Santiago e Sr. Antônio Freitas por ter me apoiado no projeto e por ter instalado uma unidade experimental em sua propriedade;

E em especial ao Edilson Santiago, por ter acreditado na proposta e instalado um biodigestor em sua propriedade para que eu pudesse fazer o acompanhamento;

RESUMO

A degradação ambiental, associada às mudanças climáticas, tem sido motivo de preocupação para Instituições e ambientalistas. A utilização do potencial das propriedades, no que se refere ao aproveitamento dos resíduos orgânicos para geração de energias alternativas, constitui fator econômico, além de favorecer a redução dos problemas ambientais e contribuir para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Nesse sentido surge a necessidade de desenvolver e orientar a utilização de tecnologias alternativas sustentáveis, de modo a minimizar os problemas ambientais oriundos das atividades industriais e agrícolas. O biodigestor se apresenta como uma alternativa sustentável de aproveitamento dos resíduos vegetais e tratamento e destino final dos dejetos animais, transformando-os em biogás e biofertilizante, produtos estes de significativa importância em propriedades rurais. A pesquisa teve como objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica da instalação de um biodigestor numa propriedade rural de pequeno porte, localizada na Comunidade Uruá, Município de Barreira, no Ceará, como alternativa sustentável de tratamento e destino da biomassa residual local. Para o funcionamento do biodigestor está sendo utilizado, principalmente, os dejetos suínos que eram descartados sem tratamento ou agregação de valor. Por outro lado, os produtos oriundos da biodigestão contribuem para a diminuição de custos. O gás de cozinha foi substituído pelo biogás e o biofertilizante é utilizado como adubo orgânico nas diversas plantações. Considerado de significativa importância, o biodigestor além de tratar os resíduos orgânicos da propriedade, minimizando os danos ambientais, é uma alternativa de geração de renda.

PALAVRAS-CHAVE: Biodigestor, biomassa, tratamento e lucro

SUMMARY

Environmental degradation, associated with climate change, has been a concern for institutions and environmentalists. The use of the potential of properties, as regards the use of organic waste to generate alternative energies, is an economic factor, besides favoring the reduction of environmental problems and contributing to the improvement of the quality of life of the people. In this sense, the need arises to develop and guide the use of sustainable alternative technologies, in order to minimize environmental problems arising from industrial and agricultural activities. The biodigester presents itself as a sustainable alternative for the use of plant residues and the treatment and final destination of animal waste, transforming them into biogas and biofertilizer, products of significant importance in rural properties. The objective of this research was to analyze the technical and economic viability of the installation of a biodigester in a small rural property, located in the community of Uruá, Barreira Municipality, Ceará, as a sustainable alternative of treatment and destination of the local residual biomass. For the operation of the biodigester is being used, mainly, swine manures that were discarded without treatment or value aggregation. On the other hand, products from biodigestion contribute to the reduction of costs. Cooking gas has been replaced by biogas and biofertilizante is used as organic fertilizer in various crops. Considered of significant importance, the biodigester besides treating the organic residues of the property, minimizing the environmental damage, is an alternative of income generation.

KEYWORDS: Biodigester, biomass, treatment and profit

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fontes de biomassa	05
Figura 2 – Processo de conversão da biomassa	07
Figura 3 – Esboço do sistema de biodigestão	08
Figura 4 – Vantagens da utilização do biogás	14
Figura 5 - Região do Maciço de Baturité	17
Figura 6 - Chafariz publico da Comunidade	20
Figura 7 - Sede da Associação Comunitária	20
Figura 8 - Biodigestor em funcionamento no Assentamento Denir/Ocara-CE	24
Figura 9 - Adaptação de materiais da propriedade para instalação do biodigestor	25
Figura 10 - Quintal produtivo	25
Figura 11 - Produção de composto orgânico	26
Figura 12 - Espaço adaptado para o processamento de frutas	26
Figura 13 - Aula prática do curso de agronomia da UNILAB	27
Figura 14 - Equipe da TV BRASIL	27
Figura 15 - Unidade experimental do biodigestor – 1º modelo instalado	29
Figura 16 - Biofertilizante resultante do processo da biodigestão	30
Figura 17 - Visão geral da segunda propriedade experimental	31
Figura 18 - Confecção das placas utilizadas na construção do Biodigestor	32
Figura 19 - Nivelamento do buraco para construção do piso do biodigestor	33
Figura 20 - Cano guia fixado no centro da estrutura principal do biodigestor.....	33
Figura 21 - Barrote instalado para servir de trave de segurança	33
Figura: 22 - Detalhe dos furos para a instalação da tubulação de carga e descarga	34
Figura 23 - Construção dos batentes de sustentação da câmara de biodigestão	35
Figura 24 - Caixa de carga do biodigestor	35
Figura 25 - Caixa de descarga do biodigestor	36
Figura 26 - Câmara do biodigestor – caixa de fibra	36
Figura 27 - Ponto central na caixa de fibra para instalação do cano guia	37
Figura 28 - Instalação do cano guia	37
Figura 29 - Base para instalação e sustentação do cano guia	38
Figura 30 - Lastro de zinco instalado sobre a caixa de fibra	38
Figura 31 – Caixa plástica de armazenamento do biofertilizante	39
Figura 32 - Biodigestor anaeróbico em escala laboratorial	48
Figura 33 – Biodigestor modelo chinês	48
Figura 34 - Capineira experimental de utilização do biofertilizante	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos entrevistados, de acordo com o sexo e faixa etária	42
Gráfico 2 - Nível de escolaridade dos moradores	43
Gráfico 3 – Estado civil dos entrevistados	43
Gráfico 4 – Função exercida pelos moradores	44
Gráfico 5 – Quantidade de pessoas por residência	44
Gráfico 6 – Itens domésticos existentes na residência	45
Gráfico 7 – Participação em cursos de capacitação	45
Gráfico 8 – Participação em Organização Social	46
Gráfico 9 - Existência de tecnologia de convivência com o semiárido na propriedade	46
Gráfico 10 – Origem da água para consumo humano e destino das águas servidas	47
Gráfico 11 – Tipos de biomassa gerados em cada propriedade	50
Gráfico 12 – Interesse e disponibilidade de recurso para construção do biodigestor	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de esterco por espécie animal	15
Tabela 2 – Produção de biogás a partir de dejetos animais	15
Tabela 3 - Materiais utilizados na confecção do biodigestor	29
Tabela 4 - Composição da biomassa disposta no biodigestor	29
Tabela 5 - Materiais utilizados na construção do biodigestor	41
Tabela 6 – Distribuição da população do Maciço de Baturité por Município	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ASCOMU - Associação Comunitária dos Moradores da Localidade de Urá

CAGECE - Companhia de água e esgoto do Ceará

CENTEC - Instituto Centro de Ensino Tecnológico

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMATERCE - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

SISAR - Sistema de Saneamento Rural do Ceará

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

UNIFOR - Universidade de Fortaleza

UNILAB - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – BIODIGESTOR: UMA TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO CAMPO	4
2.1 – Contextualização teórica.....	4
2.2 – Biomassa	5
2.2.1 – Processos de transformação da biomassa em energia	6
2.3 – Biodigestores	7
2.4 – Produtos oriundos da biodigestão: Biofertilizante e biogás	12
3 – CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA PESQUISA	17
3.1 – O Município de Barreira e a Comunidade Uruá	17
4 - MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 – Biodigestor experimental: o primeiro modelo instalado	24
4.1.1 – A propriedade experimental – características locais	25
4.1.2 – Construção, funcionamento e importância do biodigestor	28
4.2 – Biodigestor experimental: o segundo modelo instalado	30
4.2.1 – A construção do biodigestor	31
4.2.1.1 – Construindo a caixa de carga e descarga	35
4.2.1.2 – Instalando a Câmara de biodigestão (caixa em fibra)	36
4.2.1.3 - Estrutura de coleta e armazenamento do biofertilizante	38
4.2.1.4 - Instalação do filtro para retenção das impurezas do biogás	39
4.2.2 – Funcionamento e manejo do biodigestor	40
4.2.3 - Investimento realizado na construção do biodigestor	41
5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1 – Da pesquisa realizada na Comunidade Uruá	43
5.2 – Da implantação do biodigestor	48
5.3 - Importância do biodigestor na visão do proprietário	52
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	53
7 – REFERÊNCIAS	54

1 – INTRODUÇÃO

O aumento da quantidade de resíduo agropecuário gerado em fazendas e pequenas propriedades têm sido motivo de preocupação para os seus proprietários, principalmente pela necessidade de fazer o descarte correto. Consequentemente surge a necessidade de se fazer um manejo adequado, considerando o menor investimento possível tanto na instalação de infraestruturas quanto no processo de operação e manutenção.

Algumas alternativas têm sido utilizadas, como o descarte aleatório sobre o solo, a comercialização ou até mesmo a doação. Mas estas alternativas não tem sido muito atrativas, pois é necessário aliar geração, utilização e economia para tornar o sistema produtivo. É importante instalar um equipamento que utilize a biomassa em seu processo e ainda contribua para a economia e a conservação do meio ambiente.

O biodigestor tem se apresentado como uma alternativa viável, especialmente por ser projetado de acordo com a quantidade de resíduos gerados em uma propriedade, além de ter importância relacionada às questões ambientais. Os resíduos orgânicos oriundos das atividades agrícolas, poderão ser tratados através do processo da biodigestão, produzindo energia e calor, contribuindo para a geração de receitas, a redução dos danos ambientais e a melhoria da qualidade de vida das pessoas (TOLLER, 2016).

O biodigestor é uma tecnologia razoavelmente simples e de considerável importância em propriedades rurais, pois além de ser uma alternativa sustentável para tratamento dos dejetos animais e dos resíduos vegetais, do seu processo são gerados os produtos denominados de biogás e biofertilizantes de grande interesse econômico e ambiental (BAUNGRATZ *et al.*, 2013).

O desenvolvimento do processo da biodegradação, a partir da instalação de biodigestores em propriedades rurais, tem sido alternativa de destino dos resíduos orgânicos, especialmente os gerados a partir da atividade da suinocultura. Além de ser potencial na alimentação dos biodigestores e consequentemente na geração de energia e calor, o aproveitamento desses resíduos contribuem para a minimização dos problemas ambientais, causados pelo descarte irregular (PEREIRA *et al.*, 2015).

A suinocultura tem significativa importância para a economia, mas é necessário que a atividade produtiva seja desenvolvida de forma tecnicamente correta e levando em consideração a necessidade de tratamento dos dejetos, que são altamente poluentes, evitando maiores prejuízos ambientais e econômicos.

Diante desse contexto, a pesquisa foi norteada a partir da necessidade de tratamento dos dejetos suínos e pela identificação do seguinte problema: qual a viabilidade técnica e econômica dos biodigestores como alternativa de tratamento e destino da biomassa residual local?

A instalação do biodigestor e o acompanhamento sistemático de seu funcionamento, possibilitou a utilização dos dejetos suínos para a produção de biogás e biofertilizante, demonstrando ser uma alternativa viável através do viés econômico, ambiental e social, o que justifica a realização da pesquisa.

Como objetivo geral, este estudo se propôs a analisar a viabilidade técnica e econômica da instalação de um biodigestor numa propriedade rural de pequeno porte, como alternativa sustentável de tratamento e destino da biomassa residual local. Os objetivos específicos contemplam: mensurar os custos de implantação de um sistema biodigestor; acompanhar o processo de transformação da biomassa em energia; identificar os tipos de produtos oriundos da biodigestão, e; identificar a aplicabilidade do biogás e do biofertilizante na propriedade.

O estudo foi realizado em uma propriedade rural de pequeno porte, localizada na Comunidade Uruá, Município de Barreira-CE. A propriedade possui aproximadamente 01 hectare e nela reside uma família de três pessoas. A atividade da suinocultura é desenvolvida numa baia de aproximadamente 9 m² abrigando de 5 a 7 animais que permanecem nesse espaço durante um período de aproximadamente 60 dias, tempo necessário para o processo de terminação dos animais e encaminhamento para o abate.

Visando atingir os objetivos, utilizou-se da metodologia com uma abordagem quantitativa e qualitativa e com métodos do tipo descritiva, bibliográfica e de campo, tendo como base de estudo a instalação e acompanhamento do funcionamento de um biodigestor numa propriedade na Comunidade Uruá, para posterior coleta e tabulação dos dados primários e secundários.

Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se ainda do acompanhamento sistemático do funcionamento do biodigestor e de conversas informais com o agricultor com o objetivo de levantar informações sobre a criação dos suínos, a necessidade de tratamento dos dejetos, quantidade de resíduos gerados e necessários de serem tratados, mensuração dos custos de implantação, operação e manutenção do biodigestor e sua importância econômica, social e ambiental.

Além disso, foram realizadas duas entrevistas: uma com os moradores do Uruá para entender como a comunidade está organizada, conhecer o perfil socioeconômico e principais tecnologias existentes e uma entrevista com agricultores do Município para levantar os tipos de biomassa gerada em cada propriedade e o interesse destes, na instalação da tecnologia. Para a coleta dos dados secundários, utilizou-se de pesquisas em livros, dissertações, teses e artigos publicadas em revistas eletrônicas.

Por estar inserido na região semiárida, onde há a necessidade de desenvolver tecnologias inovadoras e sustentáveis de convivência, a implantação do biodigestor apresentou-se como alternativa viável para o agricultor, pois do processo de transformação da biomassa em energia está sendo gerado o biogás que é utilizado em substituição ao gás de cozinha e o biofertilizante que é um excelente adubo orgânico para o desenvolvimento das culturas e de ação repelente para alguns tipos de insetos. Foi considerado também a eliminação do uso de lenha, que em alguns momentos era utilizada como combustível para a alimentação do fogão, e o tratamento dos dejetos suínos, reduzindo os impactos ambientais gerados pela atividade da suinocultura.

A partir da comprovada importância do biodigestor e das considerações apresentadas sobre a tecnologia, esta dissertação foi organizada em 6 capítulos: o atual é a introdução; no segundo é feito algumas considerações sobre biomassa, biodigestores e produtos oriundos da biodigestão; no terceiro é apresentado uma caracterização regional da pesquisa, incluindo o município de Barreira e a Comunidade Uruá; no quarto são descritos os materiais e métodos; no quinto são apresentados os resultados e discussões, encerrando com as considerações finais.

Assim, nesta região, considera-se importante que relações parceiras entre o Estado e a sociedade civil sejam estabelecidas no sentido de desenvolver tecnologias de tratamento dos resíduos e alternativas que promovam a segurança alimentar e nutricional. Essas ações devem ser extensivas, possibilitando a geração de renda e a conservação ambiental, no qual o Estado cumpre com seu papel de apoiador de iniciativas autônomas e criativas e a sociedade, gestora do conhecimento, se empoderam das ações implementadas, assegurando a sustentabilidade ambiental e social (ANDRADE & QUEIROZ, 2009)

2 – BIODIGESTOR: UMA TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO CAMPO

Neste capítulo será apresentado a fundamentação teórica que orientou a realização desse trabalho de pesquisa, destacando os conceitos e importância de biodigestores e dos produtos resultantes do processo da biodigestão.

2.1 – Contextualização teórica

O desenvolvimento de atividades produtivas, seja em pequena ou grande escala, gera resíduos diversos que precisam ser tratados de forma eficiente e atendendo as exigências ambientais e sanitárias dos órgãos competentes. Preocupados com essas questões, produtores buscam a implantação de sistemas de destinação adequada desses resíduos, mas que requeiram investimentos acessíveis e promovam o desenvolvimento sustentável (SCHWINGEL et al., 2016).

Araújo e Arruda (2011), ao referir-se ao desenvolvimento sustentável, destaca a necessidade de realização de diversas ações, inclusive com a participação dos setores políticos e da sociedade de um modo geral.

O desenvolvimento sustentável visto de um modo regionalista passa necessariamente pela superação da miséria social do nordestino, pela amenização dos efeitos da seca, pelo fomento tecnológico e financeiro dos projetos de agricultura familiar, por políticas públicas voltadas para a realidade local, por uma educação ambiental preocupada com a conservação e uso sustentável dos recursos naturais da Caatinga e, acima de tudo, pela observância dos princípios fundamentais da pessoa (Araújo e Arruda 2011, pág. 239).

Nesse contexto se insere a necessidade produtiva, aliada ao desenvolvimento de tecnologias alternativas apropriadas capazes de promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Os danos ao meio ambiente precisam ser minimizados de forma a garantir que as gerações futuras também possam usufruir dos benefícios ambientais.

As tecnologias alternativas apropriadas se caracterizam por serem razoavelmente simples, adaptáveis a pequena ou média propriedade e de baixo custo de instalação, operação e manutenção. Os principais resultados da utilização é a geração de renda, saúde, relações sociais, conservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida (VENTURA *et. al.*, 2012).

Neste sentido e objetivando a sustentabilidade, uma alternativa é a utilização de biodigestores para o aproveitamento dos dejetos animais e resíduos vegetais como fonte de biomassa para a produção de energia, pois além de minimizar os problemas ambientais causados pelo descarte incorreto, gera produtos que favorecem o desenvolvimento econômico da propriedade (AQUINO *et al.*, 2014).

O tratamento desses resíduos, especialmente os de origem animal, minimizam proliferação de pragas e insetos, a contaminação da água, do solo e do ar, além de proporcionar melhoria na qualidade de vida das pessoas por não precisarem estar em contato direto com os resíduos. Outro fator a considerar é o econômico, pois a matéria orgânica que antes era descartada sem agregação de valor, passa a ser utilizada para a geração do biogás, que é utilizado em substituição ao gás de cozinha, e o biofertilizante que é um excelente adubo para as pastagens e plantações em geral (BARBOSA E LANGER, 2011).

Portanto, a utilização de biodigestores, pode ser considerada pelos produtores, como uma tecnologia alternativa e viável de tratamento e destinação da biomassa residual gerada.

2.2 – Biomassa

Biomassa é todo material orgânico que pode ser utilizado como fonte para a produção de energia, sendo ele de origem diversas e encontrados em ambientes urbanos e rurais. A conversão é realizada pela ação de diferentes tipos de microorganismos, decompondo materiais de origem vegetal ou dejetos animais (COLATTO e LANGER, 2011; PEREIRA, 2011).

A Figura 1 apresenta de forma detalhada as fontes de biomassa que podem ser utilizadas para a produção de energia.

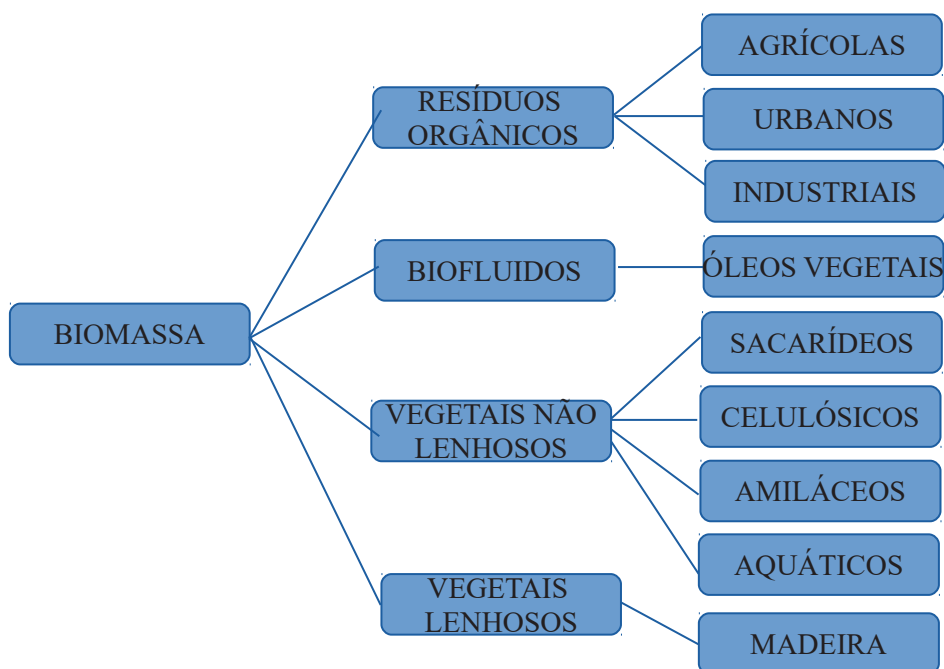


Figura 1 – Fontes de biomassa
Fonte: CORTEZ, 2008

A utilização de biomassa como fonte de energia não é novidade no Brasil, pois é matéria prima para biodigestores que possui mais de 5 décadas de existência. Normalmente, os biodigestores, são de simples instalação, requer investimentos acessíveis, geram empregos, além de

serem alternativas sustentáveis de dar destino aos resíduos, respondendo satisfatoriamente ao aproveitamento e tratamento de resíduos, geração de energia e produção de biofertilizantes (FRIGO, *et al*, 2015).

A ANEEL (2008), define biomassa como sendo:

Qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos (ANEEL, 2008, pág. 67).

A ANEEL (2008), ainda destaca que biomassa tem uma definição ampliada e que sua utilização depende do tipo de energia que se quer obter com a sua transformação.

A biomassa pode ser considerada como uma forma indireta de energia solar. Essa energia é responsável pela fotossíntese, base dos processos biológicos que preservam a vida das plantas e produtora da energia química que se converterá em outras formas de energia ou em produtos energéticos como carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e óleos vegetais combustíveis, entre outros. A fotossíntese permite, também, a liberação de oxigênio e a captura de dióxido de carbono (CO₂, principal agente do efeito estufa). Portanto, contribui para a contenção do aquecimento global (ANEEL, 2008, pág. 73).

O problema é que, mesmo sendo os biodigestores uma tecnologia já difundida no País e comprovadamente um agregador de valor às propriedades rurais, ainda não há incentivos governamentais para a sua instalação. Dessa forma, a biomassa (resíduos de animais e restos vegetais) não é totalmente aproveitada, sendo simplesmente descartada sem nenhum tipo de tratamento ou agregação de valor.

2.2.1 – Processos de transformação da biomassa em energia

Para gerar energia é preciso que a biomassa residual passe por um processo de transformação através de diversas técnicas, sendo a escolha realizada de acordo com o tipo de produto final desejado. Um processo bastante utilizado é a digestão anaeróbica realizada por micro-organismos na ausência de oxigênio, gerando como produtos finais o biogás e o biofertilizante. O biogás é composto basicamente de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) e o biofertilizante possui macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (ANEEL, 2008; NASCIMENTO, 2010).

A Figura 2 apresenta o processo de conversão da biomassa, sendo o tipo utilizado de acordo com a necessidade do proprietário.

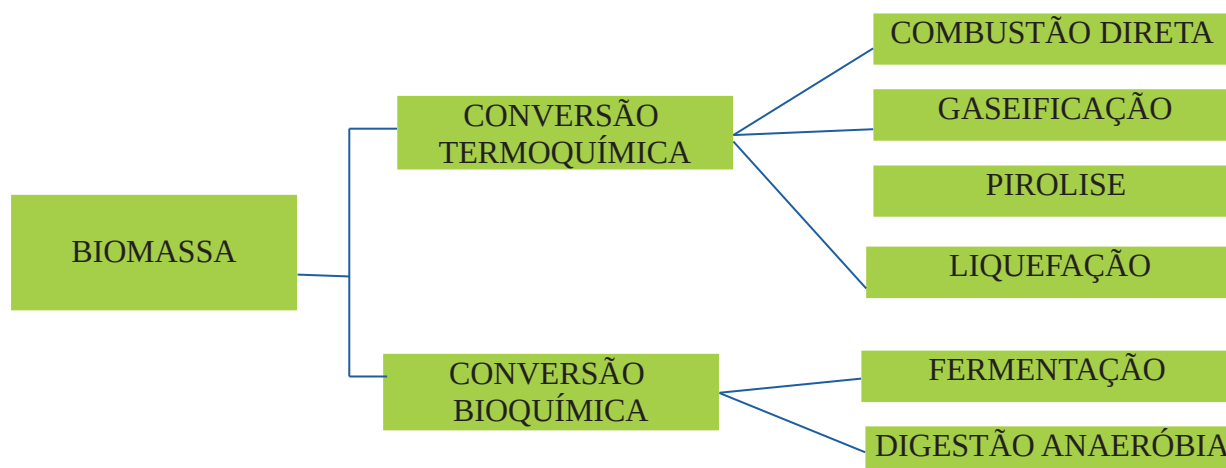


Figura 2 – Processo de conversão da biomassa

Fonte: RIZZONI, *et al.*, 2012

Caracterizando-se como uma alternativa de produzir energia renovável, os biodigestores, em todo seu processo de transformação da biomassa, além de produzirem o biogás e o biofertilizante, são considerados ainda fonte geradora de riqueza, pois a matéria-prima que seria descartada é transformada em produtos que são utilizados em substituição aos que seriam adquiridos em comércios (ALCÓCER *et al.*, 2014).

Sobre a importância desses produtos, Arruda *et al.* (2002), destacam a importância do biogás e dos resíduos da biodigestão.

Além da produção de Biogás para a utilização de seu alto poder energético, os resíduos da biodigestão apresentam alta qualidade para o uso como fertilizante agrícola pois há o aumento no teor de nitrogênio e demais nutrientes em consequência da perda de carbono, diminuição da relação C/N da matéria orgânica o que melhora as condições do material para fins agrícolas, maiores facilidades de imobilização do biofertilizante pelos microorganismos do solo, devido ao material já se encontrar em grau avançado de decomposição, o que aumenta a sua eficiência e solubilização parcial de alguns nutrientes, poupa as matas da retirada de lenha, reduz custo de transporte e poluição por hidrocarbonetos vindos do petróleo (ARRUDA, *et al.*, 2002, pág. 4).

Portanto, a utilização de biodigestores, como estratégia de transformar a biomassa residual em energia, gera receitas e contribui para a adequação ambiental das atividades produtivas desenvolvidas na propriedade.

2.3 – Biodigestores

Biodigestor é uma tecnologia sustentável de aproveitamento da matéria orgânica para produção de energia limpa, compondo-se principalmente de uma câmara fechada no qual a biomassa é fermentada anaerobicamente. Equipamentos como estes, normalmente, são instalados

em pequenas e médias propriedades por serem razoavelmente simples e de baixo custo. O tanque fica protegido do contato com o ar atmosférico, favorecendo a ação das bactérias no seu interior. Do processo da biodigestão são obtidos o biofertilizante e o biogás, ambos de significativa importância e utilização em propriedades (COLATTO e LANGER, 2011; BAUNGRATZ *et al.*, 2013)

Biodigestor atende a demanda energética e agrega valores e benefícios sociais, ambientais e econômicos em propriedades rurais. A sua utilização tem merecido destaque, tanto pelas questões relacionadas ao saneamento como pela geração dos produtos finais, o biogás e o biofertilizante. Sendo uma forma de tratamento dos resíduos orgânicos, especialmente os gerados através da criação de suínos, bovinos e aves (SILVA e FRANCISCO, 2010; COLATTO e LANGER, 2011).

Dos vários tipos de biodigestores, os mais difundidos são os modelos chineses e indianos. De uma forma geral, a instalação de qualquer tipo de biodigestor depende da disponibilidade de espaço e da quantidade de biomassa, assim como da finalidade prevista. Uma outra questão a ser considerada são as condições de segurança. O local deve ser isolado do trânsito de crianças e animais, pois o metano contido no biogás é inflamável e a infraestrutura construída poderá provocar acidentes (ICLEI – Brasil, 2010).

Os biodigestores são responsáveis por converter o metano em gás carbônico, o que é excelente para a conservação do meio ambiente, pois o metano causa impacto maior que o gás carbônico em termos de aquecimento global, além do mais é uma alternativa de geração de energia e calor (BAUNGRATZ *et al.*, 2013).

Na figura 3 é apresentado o esboço da biodigestão e a sequência de como o sistema acontece.

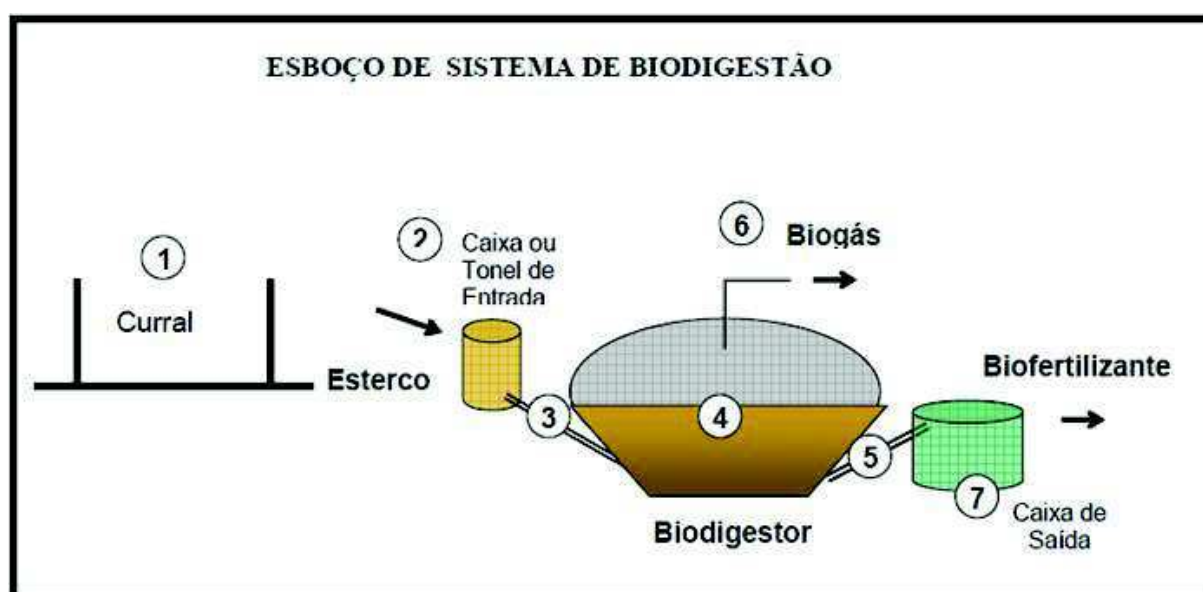


Figura 3 – Esboço do sistema de biodigestãoFonte: TORRES *et al.*, (2012).

Ao realizar a biodigestão anaeróbica, as bactérias realizam o processo em 4 etapas, sendo elas: A Hidrólise a Acidogênese, a Acetogênese e a Metanogênese.

Na fase Hidrólise, as bactérias liberam enzimas extracelulares, que transformam as moléculas maiores (polissacarídeos) em compostos orgânicos simples (monômeros). Durante a fase Metanogênese, as bactérias atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono e os transforma em metano (RIZZONI *et al.*, 2012).

Equação 1:

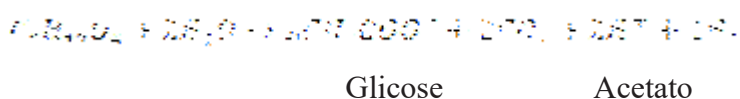


Ex:

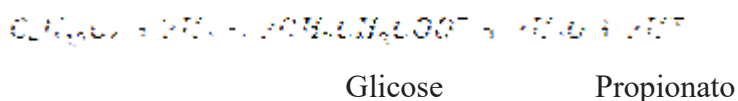
Ester + água – ácido carboxílico + Álcool

Durante a fase Acidogênese, as bactérias que produzem os ácidos transformam as substâncias resultantes da hidrólise. As moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos são convertidas em moléculas de ácidos orgânicos, etanol, amônia, hidrogênio, dióxido de carbono, dentre outros compostos. Para a realização do processo de fermentação, é necessário dispor de condições adequadas, especialmente de hidrogênio, pois este poderá afetar negativamente a eficiência do processo (RIZZONI *et al.*, 2012).

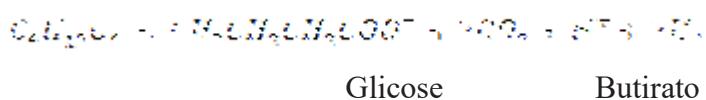
Equação 2:



Equação 3:



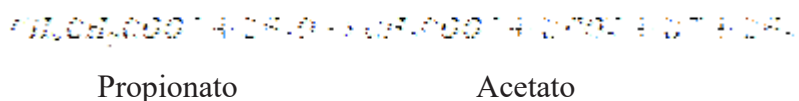
Equação 4:



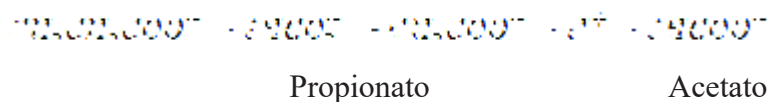
A fase Acetogênese caracteriza-se por transformar o material resultante da acidogênese em ácido etanóico, hidrogênio e gás carbônico. Essa fase exige que a quantidade de hidrogênio gerado

seja consumido pelas bactérias, mantendo o equilíbrio interno do biodigestor (RIZZONI *et al.*, 2012).

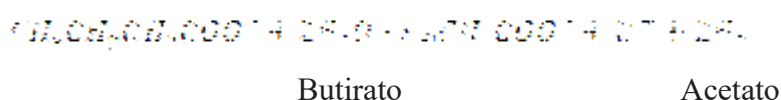
Equação 5:



Equação 6:

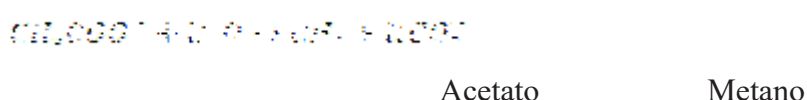


Equação 7:

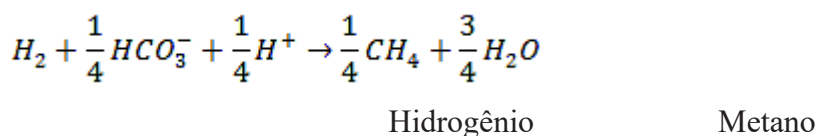


Durante a fase Metanogênese, as bactérias atuam sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono e os transforma em metano (biogás). Durante as reações químicas ocorre a formação de microbolhas de metano e dióxido de carbono em torno das bactérias metanogênicas, isolando-a de um contato direto com a mistura, sendo aconselhável uma agitação no biodigestor (RIZZONI *et al.*, 2012). Abaixo, as reações que caracterizam esta fase:

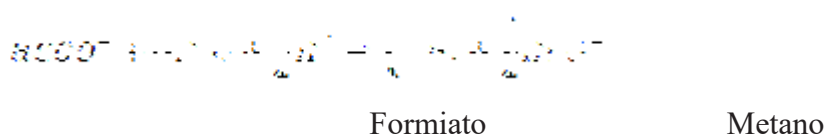
Equação 8:



Equação 9:



Equação 10:



Na primeira reação, ocorre a geração de metano e gás carbônico derivados do ácido acético. Na segunda o Hidrogênio e o gás carbônico dão origem ao metano e a água.

Até a Fase Metanogênica e consequentemente o início da produção do Biogás, o tempo de transição destes processos, geralmente é de 15 dias. O tempo que o biodigestor pode levar produzindo biogás varia entre 25 a 40 dias, sendo que o biofertilizante só poderá ser retirado no final do processo, ou seja, após 40 a 55 dias.

Para que o processo da biodigestão aconteça é necessário dispor de condições favoráveis ao desenvolvimento dos micro-organismos. Critérios de fermentação, temperatura, umidade, acidez e ausência de oxigênio devem ser obedecidos para que o processo de transformação da biomassa aconteça e seja produzido o biogás (ROYA *et al.*, 2011).

A implantação da tecnologia da biodigestão é uma das alternativas sustentáveis de controle da poluição gerada por atividades agrícolas relacionadas a criação de animais, especialmente os suínos que carregam o preconceito de ser uma produção que gera mal cheiro, incomoda os seres humanos e degrada o meio ambiente. Quando operados adequadamente, os biodigestores agregam valor as propriedades rurais por serem alternativas de saneamento rural, gerar calor e estimular a reciclagem de nutrientes através da utilização do biofertilizante (PEREIRA, 2011).

Noronha e Gimenes (2009) descrevem o processo da biodigestão, como alternativa sustentável de tratamento de dejetos.

A biodigestão é um processo anaeróbico de fermentação de matéria orgânica cujo resultado é o biogás, composto principalmente de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). As vantagens para a suinocultura estão relacionadas à redução dos odores provenientes da acumulação do dejetos em esterqueiras a céu aberto, do menor impacto ambiental em função da poluição provocada por este resíduo e a produção de biogás e biofertilizante (NORONHA e GIMENES, 2009, pág. 61)

Apesar da reconhecida importância dos biodigestores na transformação da biomassa em energia e calor, estudos indicam que poucas propriedades conseguem incentivos para investir na implantação dessa tecnologia, sendo a biomassa descartada sem que seja realizado nenhum tipo de tratamento (SILVA e FRANCISCO, 2010).

Adaptados a realidade local, os resultados do processo da biodigestão, têm sido significativos, pois contribuem para destinação adequada de resíduos, além de contribuírem para a geração de energia e calor, diminuindo custos em propriedades rurais (SILVA e FRANCISCO, 2010).

As principais vantagens observadas com a implantação de biodigestores em propriedades rurais estão relacionadas a seguir:

- alternativa sustentável de tratamento de dejetos;
- baixo custo de implantação e operação;
- não há consumo de energia elétrica;
- demanda pequena área para sua instalação;
- produção de biogás e biofertilizante;
- melhoria das características físicas e químicas do solo;
- conservação do meio ambiente

Essas vantagens foram comprovadas com a implantação e funcionamento de um biodigestor numa propriedade rural, que apresentou desempenho satisfatório para a finalidade que foi construído.

2.4 – Produtos oriundos da biodigestão: Biofertilizante e biogás

O processo de digestão anaeróbia, realizado através da ação de microrganismos em biodigestores, tem sido uma das alternativas viáveis de tratamento e destinação final dos resíduos animais e vegetais. Com a biodigestão, é possível obter produtos de significativa importância nas propriedades, como o biofertilizante e o biogás.

A utilização desses produtos também representa diminuição de custos, pois o biogás pode ser utilizado como combustível para o cozimento dos produtos alimentícios e o biofertilizante é utilizado nas lavouras, proporcionando melhor desenvolvimento das plantas e conseqüentemente da produção.

O biofertilizante é um dos produtos resultantes do processo de fermentação. A ação é realizada por micro-organismos e gera adubo líquido de excelente qualidade para as plantações. Para a sua produção é utilizado, na sua maioria esterco fresco, mas também há a possibilidade de utilização de espécies vegetais.

Quanto ao local de produção, normalmente são utilizadas estruturas como tambores, tanques ou são construídos biodigestores. Todos eles com possibilidade de serem projetados de acordo com a quantidade de resíduos produzidos e de biofertilizante demandado. Medeiros e Lopes (2006) fazem referência ao processo que ocorre para que sejam gerados os biofertilizantes e os define como sendo:

Os biofertilizantes possuem compostos bioativos, resultantes da biodigestão de compostos orgânicos de origem animal e vegetal. Em seu conteúdo são encontradas células vivas ou latentes de microrganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentação (bactérias,

leveduras, algas e fungos filamentosos) e também metabólitos e quelatos organominerais em solutos aquoso (MEDEIROS e LOPES, 2006, pág. 24).

Com poder de fertilização, o uso do biofertilizante favorece o desempenho das plantas, tornando-as mais vigorosas e produtivas, além de funcionar como defensivo para algumas espécies predadoras, podendo ser utilizado em substituição aos produtos químicos que tem alto poder de contaminação (WESTRUP *et al.*, 2015).

ROYA *et al.* (2011) reforçam como acontece o processo da biodigestão e fazem algumas colocações sobre a qualidade do biofertilizante.

Os biofertilizantes são obtidos, como já foi dito, através da metabolização da matéria orgânica dentro dos biodigestores. Pode ser usado como fertilizante agrícola de excelente qualidade. Essa garantia de qualidade é dada em especial pela redução do teor de gás carbônico (CO₂), que gera um aumento da presença de Nitrogênio e demais nutrientes. Alguns nutrientes deste tipo de fertilizante ficam mais solúveis e são absorvidos pelo solo de forma mais integral. Todas essas características tornam o Biofertilizante mais eficiente (ROYA *et al.* 2011, pág. 147).

Um produto líquido e de fácil aplicação, o biofertilizante além de funcionar como adubo orgânico e em alguns casos como defensivo natural para diversas culturas e pastagens, favorece ainda a melhoria da qualidade dos solos, alterando suas propriedades físicas, químicas e biológicas (NASCIMENTO, 2010).

Assim como o biofertilizante, o biogás é um produto oriundo do processo de fermentação, realizada por micro-organismos. Normalmente é produzido em biodigestores, fermentados pela ação de bactérias com limites de temperatura, teor de umidade e acidez e tem poder calorífico suficiente para ser usado como fonte de calor, principalmente para a produção de energia elétrica ou para abastecer o fogão, substituindo o gás de cozinha ou consumo de lenha no meio rural (SILVA e FRANCISCO, 2010; PEREIRA, 2011).

A Figura 4 destaca as principais vantagens da produção e utilização do biogás que vão desde a geração de renda, contribuindo com o fator econômico, até a minimização dos danos ambientais.

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE BIOGÁS

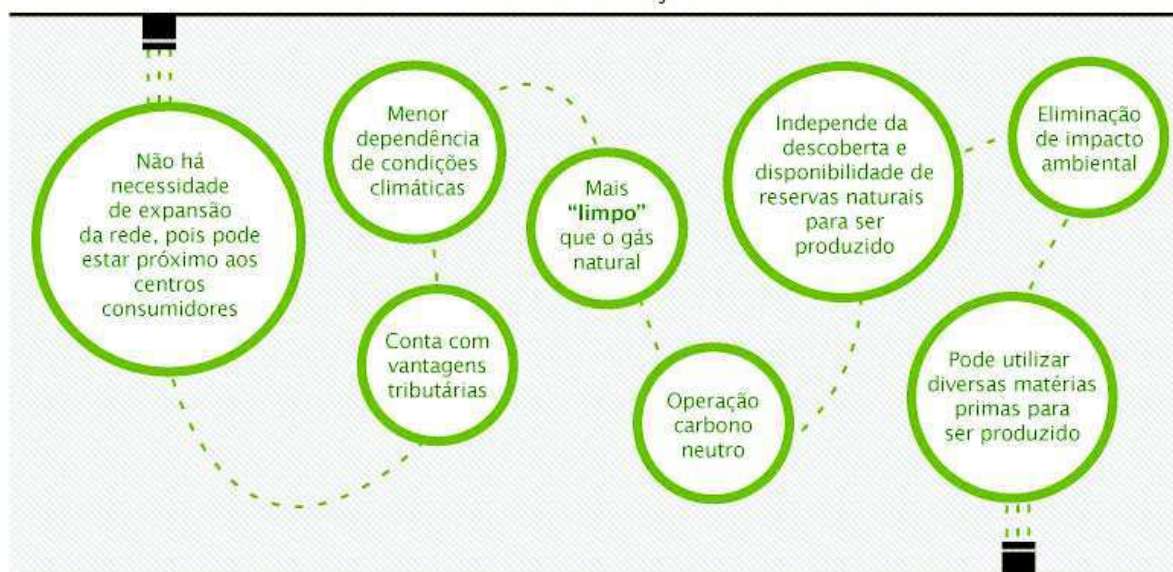


Figura 4 – Vantagens da utilização do biogás Fonte: www.fragmaq.com.br/blog/energia-renovavel/vantagens-do-biogas/

Acesso: 19/06/2016

ROYA *et al.* (2011), destacam que o biogás é excelente para a obtenção de diversas formas de energia, sendo as mais importantes.

I - Do ponto de vista ambiental, o biogás tem seu uso defendido por toda parte do mundo pelo fato deste poluir muito menos a atmosfera, ajudando assim a desacelerar o aquecimento global. Sendo utilizado o biogás em vez da lenha há uma enorme contribuição no combate ao desmatamento.

II - Do ponto de vista agrícola, a substituição dos derivados combustíveis a base de petróleo pode economizar com a ausência de gastos no transporte de bujões de gás. E existem ainda os resíduos sólidos usados como adubos orgânicos, chamados de biofertilizantes. Continuando no meio rural, o biogás pode e deve contribuir para uma melhoria considerável na qualidade de vida nessas regiões. Nas áreas rurais é comum até hoje a utilização de fogões à lenha e tratores movidos a diesel; com a chegada do biogás, os fogões não emitirão fumaça e nem os tratores poluirão tanto o ambiente.

III - Do ponto de vista sanitário, o uso de biodigestores para coleta de dejetos humanos e animais poderiam ajudar ou até mesmo sanar os problemas de saúde pública oriundos desses dejetos carregados de micro-organismos parasitas (ROYA *et al.* 2011, pág. 144).

O volume de produção do biogás depende do tipo e da quantidade de biomassa que será utilizada para a alimentação do biodigestor. Assim, a quantidade de animais disposto na granja ou plantel, determina a produção de esterco e consequentemente de biogás.

Na Tabela 1 é apresentado a quantidade média de produção de esterco gerada por espécie animal.

Tabela 1 – Produção de esterco por espécie animal

Tipo de animal	Média de produção de dejetos (em kg por dia)
Bovinos	10,00
Suínos	2,25
Aviários	0,18
Equinos	10,00

Fonte: Santos & Nardir Junior, (2013).

Em relação a geração diária de biogás, além das espécies animais, o tipo de alimentação que está sendo fornecida é um fator que também influencia na estimativa de produção. A Tabela 2 relaciona a média de produção de biogás a partir de dejetos de diversas espécies animais.

Tabela 2 – produção de biogás a partir de dejetos animais

Material	Rendimento (m ³) de biogás por kg de material orgânico
Esterco fresco bovino	0,04
Esterco seco de galinha	0,43
Esterco seco de suíno	0,35

Fonte: Santos & Nardir Junior, (2013).

Levando em consideração que um bovino produz 10 kg de esterco por dia, todos confinados, seriam necessários 3 animais para gerar um m³ de biogás. Em relação aos suínos, seriam necessários 2 animais para gerar a mesma quantidade de biogás. Para a realização do cálculo utiliza-se o valor referente a quantidade de dejetos produzidos diariamente por animal e multiplica pela quantidade de m³ de biogás gerado por kg de esterco. Em seguida utiliza-se a regra de três simples, como no exemplo a seguir (OLIVER *et al.*, 2008).

Exemplo:

2,25 (esterco dia/por suíno) X 0,35 (m³ de biogás/kg de esterco) = 0,79 m³ de biogás/dia

1 suíno ----- 0,79 m³ de biogás por dia

X suíno ----- 1m³

$X = 1 / 0,79$

$X = 1,3$ suínos (ou seja 02 animais)

O mesmo cálculo pode ser realizado para a produção de dejetos das demais espécies animais. Utilizou-se o exemplo de suíno por ser o material utilizado para a alimentar o biodigestor da pesquisa.

Como o biogás é um produto resultante do processo de transformação natural da matéria orgânica em energia e calor, o essencial seria que toda a biomassa produzida em propriedades rurais fosse utilizada como matéria prima para a alimentação de biodigestores, pois além de ser uma alternativa economicamente viável, o resultado seria um ambiente menos poluído (KARLSSON *et al.*, 2014).

3 – CARACTERIZAÇÃO REGIONAL DA PESQUISA

A Figura 5 apresenta a localização da Região do Maciço de Baturité no Estado do Ceará e seus respectivos Municípios. Aqueles interessados numa descrição da região do maciço podem encontrá-la no apêndice B.

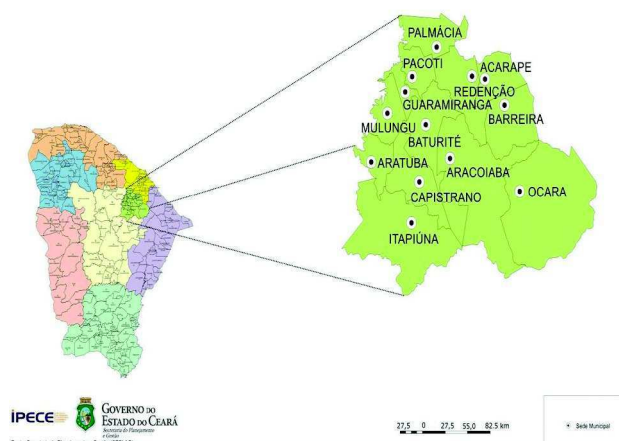


Figura 5 - Região do Maciço de Baturité
Fonte: IPECE 2009.

3.1 – O Município de Barreira e a Comunidade Uruá

A Comunidade onde o biodigestor foi instalado está situada no Município de Barreira. Com área de 245,95 km² e população estimada em 2015, de 20.687 habitantes (IBGE/2010), Barreira possui clima tropical semiárido (ver apêndice A para uma descrição deste tipo de região), faz limite com os municípios de Acarape, Redenção, Aracoiaba, Ocara, Chorozinho e Pacajus. Em linha reta, fica distante 63 km da capital Fortaleza (IPECE/2015), sendo que o acesso se faz pela BR 116/ CE 354 ou CE 060/CE 354.

O Município possui terras férteis, o que justifica o desenvolvimento de diversas espécies frutíferas, hortaliças e agricultura de subsistência com os plantios de milho, feijão e mandioca.

Com a criação do Decreto Estadual nº. 193, de 20 de maio de 1931, Barreira Vermelha elevou-se a distrito, destacando-se significativamente pelo seu crescimento cultural e econômico, expansão da agropecuária e cultivo do caju e mandioca. Mas foi através do o Decreto-Lei nº. 448 de dezembro de 1938 que o nome Barreira Vermelha foi modificado para simplesmente Barreira (www.biblioteca.ibge.gov.br, acesso em jan.2015).

A emancipação do Município se deu em 15 de abril de 1987 através da Lei nº 11.307, de 15 de abril de 1987, mas o primeiro pleito eleitoral para prefeito, vice-prefeito e vereadores só

aconteceu em novembro de 1988, sendo eleito o primeiro Prefeito José Oliveira Jacó, Vice-Prefeito Antônio de Almeida Jacó e onze vereadores. (www.prefeituradebarreira.com.br).

Atualmente, além da Sede, Barreira possui três distritos sendo eles: Lagoa do Barro, Lagoa Grande e Córrego.

As principais atividades econômicas do Município são a produção de mandioca e farinha, extração e processamento do pedúnculo do caju, beneficiamento da castanha de caju, produção agrícola de milho e feijão e a pecuária que vem se desenvolvendo nos últimos anos.

A cajucultura tem aproximadamente dez mil hectares, sendo oito mil com cajueiros gigantes e dois mil com cajueiros anão precoce. A produtividade do cajueiro gigante varia entre 280 kg a 500 kg de castanhas por hectare, dependendo do manejo realizado pelos agricultores, ou seja, poda, adubação e tratos culturais nas épocas adequadas. O cajueiro anão precoce com mais de quatro anos de vida tem uma produtividade variando entre 500 kg a 1000 kg de castanhas por hectare. Essa variação é decorrente dos processos de manejo realizados pelos agricultores (EMATERCE, 2015).

O beneficiamento da castanha e o processamento do pedúnculo, comumente chamado de caju, é feito por pequenas unidades familiares de produção localizadas em diversas comunidades do município.

No beneficiamento da castanha, conta com aproximadamente oitenta unidades familiares de beneficiamento, processando cerca de quatro mil toneladas de castanha in natura por ano, gerando aproximadamente mil e quinhentas ocupações. No processamento do pedúnculo, temos aproximadamente dez unidades familiares de produção, processando cerca de 100 toneladas de caju com produção de cajuína, mel de caju, doces, geleia e polpa, gerando aproximadamente 120 ocupações (CENTEC, 2011).

A mandiocultura é outra atividade de expressiva produtividade. Normalmente cultivada em consórcio com o cajueiro, a cultura tem aproximadamente 300 hectares de área plantada com uma produtividade média de 12 toneladas de raízes por hectare/ano. Com o beneficiamento chega a produzir cerca de dezoito mil sacos de farinha durante o ano, gerando aproximadamente 300 ocupações (EMATERCE, 2015).

De acordo com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará, a produção de grãos conta com aproximadamente 2.200 hectares de milho e feijão, plantados anualmente. A produtividade média dessas culturas é de 400 kg de feijão e 1800 kg de milho no regime de sequeiro. O objetivo principal é a segurança alimentar, sendo o excedente comercializado no próprio município.

Na pecuária, a atividade mais expressiva é a bovinocultura com cerca de 3600 animais, seguida da ovinocaprinocultura, apicultura, suinocultura e avicultura. A bovinocultura está em

processo de organização, visando no futuro bem próximo à constituição da bacia leiteira do município de Barreira.

Outras atividades não agrícolas merecem destaque, como a existência de duas madeireiras, duas indústrias de produtos alimentares, três de produtos minerais não metálicos, uma metalúrgica, uma de serviço de construção entre outras de vestuários, calçados, artigos de tecido que geram emprego e renda para diversas pessoas no Município.

A Comunidade Uruá, endereço da propriedade onde a pesquisa foi realizada, fica distante aproximadamente 12 km da sede do Município de Barreira, tem se destacado pelo trabalho coletivo desenvolvido através da organização social e produtiva de seus moradores e pela infraestrutura existente. A Comunidade dispõe de posto de saúde, escola, igreja católica e evangélica, além de outras infraestruturas como o chafariz público com dessalinizador, adquiridas com apoio de programas e projetos governamentais.

Em 1994, a Associação Comunitária adquiriu, através do Projeto São Vicente da Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará, equipamentos agrícolas (02 carroças, 02 cultivadores, 02 bombas de pulverizar, 02 máquinas de cavar buraco, 02 bois), que tinham como objetivo facilitar o trabalho dos agricultores da região. Esse mesmo projeto também financiou a construção de uma casa de farinha para agregar valor a produção de mandioca.

Uma das principais dificuldades da Comunidade está relacionado a dificuldade de acesso à água potável, pois a salinidade do solo compromete a qualidade da água, tornando-a imprópria para consumo humano e para o cultivo de algumas espécies frutíferas e hortaliças.

Como forma de atenuar o problema, em 2003, em parceria com a Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará, foi construído 01 chafariz com dessalinizador. Nesse mesmo ano, foi instalado também, a energia elétrica através do Projeto São José da Secretaria de Desenvolvimento Agrário. Em 2014, um outro dessalinizador foi instalado pela mesma secretaria, pois o que existia não era suficiente para atender a demanda da comunidade.

O Chafariz público é responsável pelo abastecimento de água potável para aproximadamente 150 famílias. A Figura 6 mostra um dos chafarizes que fica no Centro da Comunidade.

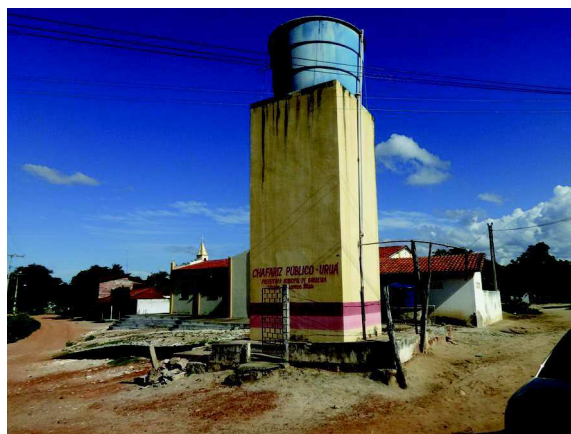


Figura 6 - Chafariz publico da Comunidade

Fonte: a autora

Em 2009, a Associação Comunitária aderiu ao Projeto de organização produtiva do Instituto Centro de Ensino Tecnológico, possibilitando a reestruturação da Associação e a formação e capacitação de seus membros nas atividades de processamento de frutas, manutenção e operação de motosserra, realização de tratos culturais, beneficiamento da castanha de caju, operação de caldeiras e gestão da agroindústria familiar.

Nos últimos 4 anos, a partir da organização de seus membros, foi possível movimentar a comunidade com realização de eventos, atualização cadastral da Associação, construção da sede própria e participação em projetos produtivos para aquisição de equipamentos.

A Figura 7 mostra a Sede própria da Associação Comunitária dos Moradores da Localidade de Uruá que está em fase final da construção.



Figura 7 - Sede da Associação Comunitária

Fonte: a autora

Nas ações realizadas, merece destaque o 1º Movimenta Comunidade realizado em 2010, com atividades de capacitação, bingo e jantar beneficente, reunindo aproximadamente 150 pessoas.

A Comunidade possui aproximadamente 200 famílias, que sobrevivem principalmente através da realização de atividades agrícolas. Dentre as principais plantações estão os cultivos de mandioca, milho, feijão e caju.

A cajucultura é a atividade que garante renda extra no período da entressafra, pois além da comercialização da castanha e do pedúnculo *in natura*, há também a alternativa de beneficiar a castanha para a comercialização em mercados diferenciados e o processamento do pedúnculo para a produção de doces, geleias, cajuína e o concentrado límpido – tradicional mel de caju.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho teve por objetivo o estudo da viabilidade técnica e econômica da instalação de um biodigestor numa propriedade rural de pequeno porte, na comunidade de Uruá do município de Barreira, como alternativa sustentável de tratamento e destino da biomassa residual local, utilizando uma abordagem quantitativa e qualitativa para os dados obtidos na pesquisa de campo.

Os dados coletados foram do tipo primário e secundário, onde os primários foram obtidos a partir do acompanhamento do funcionamento do biodigestor e de conversas informais com o agricultor em momentos diversos, mas com destaque a três contatos distintos.

O primeiro contato ocorreu quando surgiu a ideia de implantar o biodigestor e nesse momento foi coletado informações referentes a criação dos suínos, a necessidade de tratamento dos dejetos, a quantidade de resíduos gerados e necessários de serem tratados.

O segundo contato ocorreu quando o agricultor estava convencido e determinado a implantar o equipamento, sendo o discurso direcionado para a mensuração dos custos de implantação, operação e manutenção do biodigestor e sua importância econômica, social e ambiental.

Já o terceiro contato foi realizado quando o equipamento já estava instalado e em pleno funcionamento. Este momento foi importante para a pesquisa e para o agricultor, pois foram mensurados os valores investidos e comprovado a importância do equipamento na propriedade, principalmente por destinar adequadamente a biomassa residual local e por ser fonte de renda a partir da geração do biogás e do biofertilizante, por diminuir custos e contribuir para a minimização dos problemas ambientais e sociais.

Além desses contatos, foram realizadas também duas entrevistas: uma com os moradores do Uruá, para entender como a comunidade está organizada, além de conhecer o perfil socioeconômico e principais tecnologias existentes, e; uma entrevista com agricultores do Município para levantar os tipos de biomassa gerada em cada propriedade e o interesse destes, na instalação da tecnologia.

A pesquisa da Comunidade foi realizada através da aplicação de um questionário durante um período de 2 meses. As famílias foram selecionadas aleatoriamente por ocasião das visitas e abrangendo todas as aglomerações existentes. Nas aglomerações seguiu-se a estratégia de uma casa visitada e duas não e no caso da quarta estar fechada ou não querer responder a pesquisa, qualquer uma outra seria alvo da entrevista.

As perguntas feitas foram sobre a faixa etária, função, estado civil, escolaridade, quantidade de pessoas na residência, se a casa era própria, renda familiar, participação em capacitações, tecnologias sociais instaladas na propriedade, origem da água utilizada no consumo humano,

destino dado as águas servidas, resíduos sólidos gerados e destino ou forma de tratamento dado a esses resíduos e se recebia orientação e acompanhamento técnico.

A entrevista com agricultores do Município para levantar os tipos de biomassa gerada na propriedade e o interesse destes na instalação da tecnologia, foi realizada a partir de contatos realizados com os participantes do Fórum dos cajucultores/agricultores familiares que se reúnem mensalmente para discutir questões relacionadas as atividades agrícolas e planejar ações a serem executadas no sentido de agilizar o trabalho produtivo, minimizar custos e agregar valor as propriedades.

Para a coleta dos dados secundários, utilizou-se da pesquisa em livros, dissertações, teses e artigos publicados em revistas eletrônicas como: Revista Brasileira de Energias Renováveis, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Revista Brasileira de Educação Ambiental, Biodiversidade, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, dentre outras.

A instalação do biodigestor foi baseado numa necessidade identificada na propriedade de um dos agricultores, pois o mesmo necessitava de uma alternativa de tratamento dos dejetos animais gerados pelo desenvolvimento da atividade produtiva, sabendo que o mau cheiro da atividade estava gerando incômodos a vizinhança.

Inicialmente foi instalado um modelo artesanal na propriedade de seus pais, que fica próximo, com espaço suficiente para o desenvolvimento do projeto, além de poder tratar os resíduos vegetais oriundos da atividade de processamento de frutas. A propriedade possui 12 hectares de terra e a construção foi realizada utilizando-se de recursos e materiais locais. Esse primeiro modelo não atendeu totalmente o objetivo, pois não foi possível obter o biogás, mas serviu como base para a instalação do segundo modelo que está em pleno funcionamento e atendendo a demanda.

A propriedade, onde o segundo modelo do biodigestor foi instalado, possui aproximadamente 01 hectare de terra e a construção do equipamento foi com recursos provenientes do Banco do Nordeste, no qual o agricultor terá 12 meses para quitar o investimento.

Com o objetivo de apresentar a importância do biodigestor e contribuir para o processo de convencimento de sua instalação, foram realizadas, junto ao agricultor, visitas técnicas a duas propriedades distintas para verificar o funcionamento de biodigestores: uma no Assentamento Boa Vista, Município de Quixadá e outra ao Assentamento Denir, Município de Ocara, ambos no Ceará.

Em Quixadá a experiência fracassou por falta de biomassa, mas em Ocara o biodigestor está funcionando há 12 meses, sendo alimentado diariamente com aproximadamente 10 kg de esterco fresco, o suficiente para gerar gás para cozinhar o alimento para 6 pessoas.

A proprietária destacou que o equipamento tem uma forma simples de construção: “abre-se um buraco no chão com 2 metros de largura e 2 metros de profundidade, coloca-se placas de

cimento, como se fosse uma cisterna de placa, e em cima faz-se a boca do buraco com duas fiadas de tijolos furados”.

De material, ele informou utilizar 1 caixa de plástico de 1.000 litros, 20 cm de zinco colocado em cima da caixa, coloca-se areia para fazer peso e pressionar o gás produzido pelo biodigestor. A alimentação inicial foi feita com aproximadamente 03 carroças de esterco fresco, colocando partes iguais da biomassa e água.

Na Figura 8 o biodigestor que estar em funcionamento do Assentamento Denir, Município de Ocara - Ceará.



Figura 8 - Biodigestor em funcionamento no Assentamento Denir/Ocara-CE
Fonte: a autora

A partir das observações feitas em visitas técnicas e conscientes da sua importância, o passo seguinte foi a instalação do biodigestor.

Nos itens seguintes, são apresentadas informações referentes as propriedades onde os biodigestores foram instalados, o processo de construção de cada modelo, além do funcionamento e manejo de ambos.

4.1 – Biodigestor experimental: o primeiro modelo instalado

A primeira experiência com a construção do biodigestor foi na Comunidade Uruá, na propriedade de um casal que possui 12 hectares de terra. O critério de escolha foi baseado no interesse da família em desenvolver a experiência e por já conhecer os benefícios do equipamento, além da demanda apresentada por seu filho. Outro fator importante foi ter identificado a produção de resíduos, ou seja, de biomassa necessária a alimentação do biodigestor.

O biodigestor foi construído de forma caseira, com planejamento desenvolvido na propriedade, tendo como base o modelo indiano e orientações repassadas pelo orientador da pesquisa, utilizando-se de materiais produzidos e encontrados na propriedade.

Na Figura 9 o agricultor realizando adaptação de material a ser utilizado na construção do biodigestor.



Figura 9 - Adaptação de materiais da propriedade para instalação do biodigestor
Fonte: a autora

Inicialmente foi discutido o local de instalação, sendo definido que a primeira experiência seria desenvolvida na casa de seus pais, para em seguida desenvolver um modelo mais técnico e definitivo em sua propriedade. A seguir é feita descrição da propriedade onde o primeiro biodigestor foi instalado e sobre a experiência desenvolvida.

4.1.1 – A propriedade experimental – características locais

Na propriedade há a produção de podas de árvores, resto das frutas oriundas do processamento, além da geração de esterco de galinha e bovinos.



Figura 10 - Quintal produtivo
Fonte: a autora

No quintal é realizado o cultivo de espécies frutíferas, como laranja, maracujá, acerola, mamão, goiaba, manga e caju, que além de serem consumidas *in natura*, são utilizadas para a produção de doces, polpas e geleias. Cultivam ainda verduras e legumes que são para consumo próprio e comercialização do excedente. É importante destacar que toda produção é orgânica, sendo

o composto produzido pela própria família, aproveitando os resíduos oriundos das atividades locais (Figuras 10 e 11).



Figura11 - Produção de composto orgânico
Fonte|: a autora

Para a produção dos derivados das frutas, a família utiliza um espaço que foi adaptado, especialmente para o processamento (Figura 12). Há a preocupação em produzir alimentos saudáveis, levando em consideração as boas práticas de fabricação, para isso participam de diversas capacitações promovidas por Instituições como: Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará – Ematerce, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR.



Figura 12 - Espaço adaptado para o processamento de frutas
Fonte: a autora

As dependências da propriedade são também utilizadas como espaço de capacitação, recebendo visitas de assentamentos rurais de Municípios do Ceará, professores e estudantes da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, para a realização de atividades práticas (Figura 13).



Figura 13 - Aula prática do curso de agronomia da UNILAB
Fonte: a autora

Palco de reportagens, A TV BRASIL, através de contato realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, apresentou programa sobre aproveitamento do potencial produtivo das propriedades, destacando a importância de evitar o desperdício de alimentos. O destaque foi para o trabalho que vem sendo desenvolvido pela família no sentido de aproveitar o máximo possível do potencial existente (Figura 14).

Já a TV GLOBO, através do Programa Nordeste Rural, também fez referência ao trabalho desenvolvido, enfatizando a produção de caju de forma orgânica, com a realização adequada dos tratos culturais e levando em consideração as orientações repassadas pelos órgãos de pesquisa e assistência técnica.



Figura 14 - Equipe da TV BRASIL
Fonte: a autora

A família evita a prática de queimadas e, baseado em resultados de análises laboratoriais, realiza a adubação orgânica e a correção de solos. Em relação ao plantio, este é feito de forma rotacional e em consórcio, tendo a preocupação de cultivar plantas que se ajudam mutuamente, não apenas na ocupação do espaço, mas também na utilização da água, da luz e nutrientes e por meio de interações químicas.

O consórcio de culturas visa diversificar a produção, garantir a segurança alimentar e nutricional, e ainda contribuir para a melhoria das características do solo. Numa mesma área, são cultivadas espécies frutíferas, a mandioca, o feijão e o milho. Na área destinada ao cultivo do cajueiro, a mandioca é uma das grandes aliadas, pois no segundo ano já é possível fazer a colheita, abrindo espaço para o cajueiral se desenvolver.

Produzido em forma de sequeiro, na entressafra, o caju garante renda em um dos períodos mais difíceis do ano, pois a castanha beneficiada é vendida para mercados diferenciados e do pedúnculo é produzido doce, geleia, rapadura, cajuína e o tradicional mel de caju.

É a partir da diversificação de atividades e da utilização de práticas sustentáveis, que enfrenta os problemas relacionados a falta de chuva, convivendo harmonicamente no semiárido cearense.

4.1.2 – Construção, funcionamento e importância do biodigestor

A propriedade, ao receber o primeiro biodigestor, torna-se referência no Município por diversificar a produção e a criação de animais e produzir utilizando práticas agroecológicas e aproveitar o máximo do potencial existente. O objetivo foi apresentar aos produtores locais a importância do equipamento e os benefícios oriundos de sua instalação e funcionamento a partir de investimentos acessíveis.

A instalação do biodigestor foi realizada de forma artesanal, considerando os variados modelos do mercado, utilizando-se de materiais existentes na propriedade e levando em consideração a quantidade de biomassa disponível (AGUIAR *et. al.*, 2001; FONSECA *et. al.*, 2009).

O dimensionamento foi realizado levando em consideração o volume de resíduos de frutas oriundas do processamento, que é em torno de 11 toneladas por ano, a quantidade de esterco gerada pela criação de dois animais bovinos que produzem, anualmente, uma média de 1500 Kg de matéria seca e pela produção de aproximadamente 4 toneladas de folhagens, resultante do processo de podas realizadas. Os dados foram coletados a partir de um levantamento feito na propriedade, durante um período de 12 meses.

Em um anel com capacidade para 500 litros, fez-se um orifício na região inferior lateral, com o objetivo de fazer a coleta do biofertilizante. Na região superior foi feito dois orifícios, sendo um para a saída do biogás e um outro para fazer a alimentação do biodigestor, uma espécie de funil, utilizando um garrafão de água mineral de 20 litros (Figura 15).

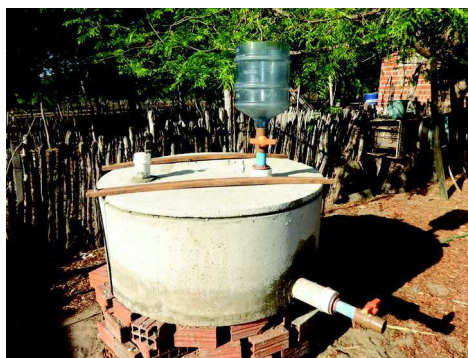


Figura 15 - Unidade experimental do biodigestor – 1º modelo instalado
Fonte: a autora

Os materiais utilizados na confecção do biodigestor foram de fácil obtenção e encontrados na propriedade, exceto algumas conexões que foram adquiridas em casas de construção e o anel que foi construído por um pedreiro do Município. A tabela 3 apresenta a relação de materiais utilizados e o respectivo valor necessário a instalação de um biodigestor como esse.

Tabela 3 - Materiais utilizados na confecção do biodigestor

tem	Descrição do material	Quantidade	Valor (R\$)
01	Anel de cimento	01	100,00
02	Tambor de água mineral (20 litros)	01	12,00
03	Tape 100"	01	4,00
04	Tape 75"	01	3,00
05	Chave de 50"	02	28,00
06	Diária (Mão de obra para montagem)	01	50,00
TOTAL:			197,00

A alimentação do biodigestor foi realizada com biomassa composta basicamente de esterco bovino e restos de frutas. A mistura da sua composição foi realizada logo ao término da montagem do biodigestor, nas proporções conforme os dados da tabela 4. Em seguida o equipamento foi fechado, ficando quarenta e cinco dias sem nenhuma alimentação ou movimentação de sua matéria.

Tabela 4 - Composição da biomassa disposta no biodigestor

Produtos inseridos	Medida	Quantidade
Água	Litros	220
Esterco bovino (curtido)	Kg	83
Bagaço de caju	Kg	25
Esterco bovino (fresco)	Kg	03
Manga	Kg	35

A alimentação do biodigestor foi realizada até que o tanque ficasse cheio, colocando-se água de forma a atingir uma mistura pastosa e que favorecesse o trabalho dos microorganismos.

A partir da experiência desenvolvida, percebe-se que para se obter um bom resultado no processo da biodigestão, faz-se necessário fazer um acompanhamento diário, com o objetivo de monitorar as suas variáveis e homogeneizar a sua composição.

Acredita-se que, por não ter sido realizado esse acompanhamento, não foi possível obter o biogás, apenas o biofertilizante que apresentou bons resultados quando aplicado numa plantação de capim existente na propriedade (Figura 16)



Figura 16 - biofertilizante resultante do processo da biodigestão
Fonte: a autora

O líquido foi disposto em algumas plantas e outras não, facilitando assim a identificação do desempenho das plantas irrigadas com o produto. O biofertilizante foi disposto também na plantação de frutíferas cultivadas no quintal da casa, contribuindo para um melhor desempenho das plantas e conseqüentemente de seus frutos.

Nesse momento, não foi possível verificar a temperatura da biomassa, pois não dispunha de um termômetro, nem tão pouco a pressão da câmara do biogás, por falta de um manômetro.

Apesar de não ter atendido a todos os parâmetros de um biodigestor, a experiência serviu de incentivo para a instalação de um segundo modelo numa segunda propriedade localizada na mesma comunidade. O filho do casal, instalou em sua propriedade um equipamento baseado no modelo indiano. Para a construção utilizou-se de técnicas adquiridas em visitas realizadas a comunidades de Municípios Cearenses que dispunham do equipamento.

4.2 – Biodigestor experimental: o segundo modelo instalado

Tendo como objetivo aproveitar a biomassa produzida a partir do esterco suíno, foi instalado uma unidade de biodigestor em uma outra propriedade. O recurso para instalação foi proveniente do Bando do Nordeste, que acreditando na proposta liberou recurso para a aquisição dos materiais que não dispunham na Comunidade.

Na propriedade, de aproximadamente 1 hectare, o casal, tem uma plantação de verduras e cultiva acerola, manga, goiaba, caju, limão, laranja e tangerina. Possui ainda duas cisternas, uma para o armazenamento de água potável e outra tipo calçadão que é utilizada para a aguação das plantações no período seco. Na figura 17 uma visão geral da propriedade onde o segundo modelo do biodigestor foi instalado.



Figura 17 - Visão geral da segunda propriedade experimental
Fonte: a autora

De animais, o casal possui uma criação confinada de frangos, que é comercializada no mercado local, criação de galinha caipira, gansos, suínos e bovinos. Os bovinos são encaminhados para serem alimentados na propriedade dos seus pais, pois residem próximo e há disponibilidade de matéria-prima.

A instalação do biodigestor teve como objetivo destinar, adequadamente, os dejetos oriundos da criação de suínos. No local foi feita uma ligação direta, para que na ocasião da limpeza do criatório a matéria prima caísse no biodigestor. O agricultor trabalha com o sistema de crescimento e terminação, com processo que leva em torno de 60 dias, com ciclo compreendendo a engorda do animal de 8 kg até 30 kg, quando este é abatido. A baia de criação possui 9 m² e comporta 8 suínos, mas o agricultor mantém apenas 5 animais (SILVA *et al.*, 2015).

4.2.1 – A construção do biodigestor

Para a construção do biodigestor, inicialmente foi definido o local da instalação. O local foi próximo a residência, distante aproximadamente 12 metros com o objetivo de facilitar o acompanhamento e manutenção do equipamento, além de tornar possível e viável a captação do biogás que é utilizado como gás de cozinha. Outro fator considerado foi relacionado a alimentação do biodigestor, a qual necessita ser realizada diariamente, e a biomassa a ser utilizada ficar próximo a residência.

Com o local definido, foi dado início a construção da estrutura principal que abriga o tanque principal e os das caixas de carga e descarga. As canaletas para instalação das tubulações foram os últimos a serem escavados.

A estrutura principal foi escavada com 2 m de profundidade e cerca de 3,50 m de circunferência. As canaletas foram escavadas em declive desde a parte baixa do buraco principal, partindo-se de uma profundidade de 1,80 m (0,20 m a partir do fundo do buraco) até a superfície. O comprimento da canaleta para o sistema de carga foi de 2 m para a caixa de carga e de 3 m para a caixa de descarga.

As placas foram confeccionadas utilizando-se de um chão liso com materiais o mais uniforme possível para evitar que as pedras prejudiquem a sua qualidade (Figura 18). As formas utilizadas foram as mesmas utilizadas para a confecção das placas da cisterna.



Figura 18 - Confeção das placas utilizadas na construção do Biodigestor
Fonte: a autora

As placas confeccionadas tinham medidas diferentes, pois a parede do tanque têm 50 cm x 52 cm (medida reta por dentro), enquanto as da caixa de entrada têm 20 cm x 20,5 cm. Para fazer os furos de passagem das tubulações de entrada e saída utilizou-se um pedaço de cano, tendo o cuidado de deixá-los amplos o suficiente para permitir a instalação.

Para o tanque do biodigestor, o buraco foi feito com o fundo bem nivelado, permitindo a construção do piso (Figura 19).



Figura 19 - Nivelamento do buraco para construção do piso do biodigestor
Fonte: a autora

No centro da estrutura principal do biodigestor foi fixado um cano guia (Figura 20). O cano é de ferro e possui 40 mm com 3,5 m de comprimento. Um outro cano de PVC (de água) de 50 mm com 3 m, foi instalado por fora com o objetivo de prevenir a ferrugem. Para garantir a sustentação, ele foi chumbado numa base de cimento e o cano de ferro foi preenchido até o topo com cimento.



Figura 20 - Cano guia fixado no centro da estrutura principal do biodigestor
Fonte: a autora

Com o cimento ainda fresco, na ponta superior, foi colocado um parafuso francês 6" x 3/8" no centro do cano, pela cabeça, deixando-se a rosca para fora, para permitir a instalação de um barrote de 7 x 7 cm que servirá de trave de segurança (Figura 21)



Figura 21 - Barrote instalado para servir de trave de segurança
Fonte: a autora

Na construção da parede do tanque, as placas foram assentadas sobre um círculo já demarcado, com o cuidado de alinhá-las em forma de circunferência. A placa com furo para o cano de 100 mm, foi instalada em frente à canaleta de carga, e o furo deverá ficar para baixo. No lado oposto, para a instalação da tubulação de descarga, foi colocado a placa com furo para o cano de 150 mm. Na figura 22 é possível identificar a disposição das placas, onde o cano de Entrada a 30 cm de altura do fundo e o de saída, na placa oposta, a 10 cm de altura.



Figura: 22 - Detalhe dos furos para a instalação da tubulação de carga e descarga
Fonte: a autora

A parede foi construída com a fixação de 12 placas em cada fileira, sendo que a partir da segunda fileira foram instaladas de forma alternada, da mesma forma que se assentam tijolos, totalizando 4 fileiras e 48 placas. Na finalização, a última fileira ficou com 20 cm acima do terreno, formando uma pequena parede. Esta técnica tem por objetivo evitar que a água da chuva escorra para dentro do biodigestor, prejudicando a geração de biogás.

Com as placas fixadas, para garantir sustentação das paredes e aumentar a vida útil do biodigestor, foi utilizado arame galvanizado número 12, para “amarrar” as placas.

No fundo do buraco foi construído 4 batentes, isso fará com que o biodigestor funcione perfeitamente e evite que a caixa de fibra encoste no fundo e feche as entradas e saídas de esterco da câmara de biodigestão (Figura 23).



Figura 23 - Construção dos batentes de sustentação da câmara de biodigestão
Fonte: a autora

Em seguida as paredes foram rebocadas por dentro e por fora, sendo que as paredes internas foram feitas sem estreitar demais para permitir que a caixa de fibra suba e desça livremente. O reboco externo evita o contato direto do arame com a terra. Ao final, com o objetivo de estabilizar a parede, parte da terra da escavação do buraco foi colocado no vão de fora entre a parede do buraco e a do tanque.

4.2.1.1 – Construindo a caixa de carga e descarga

Para a construção da caixa de carga foram utilizadas 11 placas pequenas, ficando numa altura de 0,50 m. A caixa ficou no nível no terreno, não sendo necessário fazer escavação para sua construção, apenas para a tubulação.

Utilizou-se do formato cilíndrico e circunferência com raio de 0,80 m por ser a mais utilizada no mercado e por apresentar, de acordo com pesquisa realizada pelo Projeto Dom Helder, o mais adequado por permite misturar o esterco fresco com água e melhorar a homogeneização do material. A caixa é feita com cimento e armação de ferro, deixando um furo no fundo da caixa para a tubulação que levará o esterco para o biodigestor (Figura 24).



Figura 24 - caixa de carga do biodigestor

Fonte: a autora

Para o sistema de descarga, a caixa foi construída em uma estrutura abaixo do nível do terreno e da caixa de carga. Ele foi construído com tijolos e no formato retangular com comprimento de 1,00 m, largura de 0,50 m e profundidade de 0,60 m (Figura 25). No seu interior foi colocado brita para a que o material sólido seja retido e o líquido seja encaminhado para a caixa de armazenamento do biofertilizante.



Figura 25 - Caixa de descarga do biodigestor

Fonte: a autora

A caixa de coleta e armazenamento do biofertilizante foi instalada logo abaixo da caixa de descarga do biodigestor, sendo o líquido utilizado como adubo orgânico e defensivo natural com eficiência para algumas pragas e fungos.

4.2.1.2 – Instalando a Câmara de biodigestão (caixa em fibra)

Com a estrutura principal já escavada e nas dimensões para uma caixa de fibra de 3.000 litros, começaram as atividades de preparação da caixa.

A figura 26 mostra o momento da instalação da caixa de fibra na estrutura principal do biodigestor.



Figura 26 - Câmara do biodigestor – caixa de fibra

Fonte: a autora

Inicialmente foi feito um ponto central no seu fundo e com o auxílio de uma furadeira, foi realizado um furo de 60 mm (Figura 27). Em seguida foi colocado um flange e instalado um cano guia de PVC que faz com que a caixa de fibra, (câmara de biodigestão) suba e desça livremente.



Figura 27 - Ponto central na caixa de fibra para instalação do cano guia
Fonte: a autora

Um outro furo de 20 mm foi feito e instalado um flange para a tubulação de gás. Ambos os flanges foram vedados pela parte interna da caixa, com o objetivo de assegurar maior vida útil do equipamento. O Cano guia instalado por dentro da caixa possui 60 mm e 1,50 m de comprimento entre o flange e a base de madeira que lhe dá sustentação (Figura 28).



Figura 28 - Instalação do cano guia
Fonte: a autora

A base do cano guia é de madeira com dimensões de 0,14 m x 0,04 m e com 2 m de comprimento, sendo que no centro da madeira foi realizado um furo para fixar o referido cano. Para a fixação da tábua na caixa de fibra, utilizou-se de parafusos franceses 3" x 3/8" com porca e arruela (Figura 29).



Figura 29 - Base para instalação e sustentação do cano guia
Fonte: a autora

Para que o biogás mantenha uma pressão constante, foi instalado sobre a caixa de fibra, um lastro de zinco de 4,8 m e 30 cm de largura. Após a instalação da cinta, o local foi preenchido com areia, para aumentar o peso, promover a pressão do biogás e fazer com que o gás seja conduzido até o fogão sem que haja problemas ou perda do produto (Figura 30).



Figura 30 - Lastro de zinco instalado sobre a caixa de fibra
Fonte: a autora

Após a instalação da câmara de combustão, foi dado início a construção da tubulação de gás com canos de 20 mm e com 30 cm de comprimento, fazendo com que a tubulação ficasse numa altura superior ao lastro. Na tubulação de gás foi instalado um registro.

4.2.1.3 - Estrutura de coleta e armazenamento do biofertilizante

Visando evitar o desperdício e facilitar a sua aplicação nas culturas, o agricultor familiar desenvolveu uma técnica para coletar e armazenar o biofertilizante. A estrutura é composta basicamente de um cano de 75 mm e 9 metros de comprimento, uma caixa plástica de água de 310 litros, uma bomba de 1 cv e canos de 25 mm (Figura 31).



Figura 31 – Caixa plástica de armazenamento do biofertilizante

Fonte: a autora

O cano de 75 mm faz a coleta do material oriundo da caixa de descarga do biodigestor e deposita na caixa de plástico. Em seguida o líquido é bombeado em canos de 25 mm, de acordo com a necessidade, para as plantações de frutíferas e capim, que ficam a aproximadamente 5 metros.

A técnica desenvolvida, além de armazenar adequadamente o biofertilizante, facilita e uniformiza a sua aplicação, pois são utilizados aspersores para irrigar as plantações, dispensando o contato direto do agricultor com o material produzido.

4.2.1.4 - Instalação do filtro para retenção das impurezas do biogás

Para a filtragem das impurezas contidas no biogás e eliminar o mau cheiro produzido, o agricultor familiar, baseada em experiências desenvolvidas a partir das visitas técnicas a unidades de biodigestores em funcionamentos, instalou o filtro com a utilização de um garrafão de água mineral de 20 litros. Após instalação de um registro, um cano é mergulhado na água, forçando o biogás a passar pela água disposta no garrafão, gerando borbulhas. É ao borbulhar que as impurezas são dissolvidas e o mau cheiro é retido, por isso há necessidade que a água seja trocada a cada 45 dias.

Para a instalação do filtro foram utilizados ainda dois adaptadores com flange, um longo para instalação do cano de entrada que vem do biodigestor e um curto que é de saída para o fogão. Um dos flanges passam pela boca do garrafão, portanto, foi necessário adaptá-lo para esse fim. A fixação foi feita com o auxílio da ponta de um cano soldável, que tem a boca alargada para dar apoio dentro do garrafão. Outro detalhe é que o garrafão foi colocado com a boca para baixo, sendo vedado com um tampão de borracha, pois a água foi colocada até o nível da parte rosqueada do adaptador longo.

Dada a necessidade de manutenção, e visando facilitar a sua realização, foi instalado uma união logo após o registro de gaveta. Na sequência, um cano curto foi instalado para permitir a conexão de uma tubulação flexível.

Para a instalação da tubulação que conduz o gás até o local de consumo, foi escavado uma caneleta, pois a tubulação foi enterrada visando aumentar sua vida útil e evitar possíveis acidentes. No local de consumo, a mangueira foi conectada a uma boca de fogão industrial e instalado um segundo registro para reter ou liberar a chama.

4.2.2 – Funcionamento e manejo do biodigestor

Sendo uma câmara fechada, com processo de transformação da biomassa realizada por micro-organismos, o biodigestor tem se apresentado como uma excelente alternativa no tratamento de resíduos orgânicos, sejam eles de origem vegetal ou animal. Nesse caso em estudo iremos nos deter a alimentação com dejetos oriundos da atividade de produção de suínos.

Após a instalação, o biodigestor foi alimentado diariamente com aproximadamente 20 kg, por um período de 30 dias, até atingir o nível desejado, totalizando 600 kg de esterco fresco de suíno. A alimentação foi cessada por um período de 08 dias para que a biomassa iniciasse o processo de transformação. Após esse período, o biodigestor passou a ser alimentado diariamente com aproximadamente 20 kg de esterco. Ressalta-se que a matéria prima utilizada estava sempre fresca e mesmo assim havia a necessidade de acrescentar água na mesma proporção para deixá-la mais pastosa e com maior poder de digestibilidade.

Com 40 dias, o biodigestor começou a liberar um gás com odor desagradável, o que indicava não está pronto para ser utilizado como combustível. Esperado mais 08 dias, foi feito novos testes e o resultado foi a produção de um gás que está sendo utilizado em substituição ao gás de cozinha. Em relação a produção do metano, Arruda, et al (2002, pág. 4), destaca que “a produção do metano, começa a se processar depois de 20 dias, vai aumentando até chegar ao máximo na terceira semana quando começa a decrescer lentamente durante o período de fermentação de cerca de 90 dias”.

Quanto ao biofertilizante, este foi produzido em 60 dias e está sendo utilizado em culturas do cajueiro, hortaliças e pastagens, apresentando resultados satisfatório no desenvolvimento das culturas.

Experiencias como essa, demonstram que o Brasil, especialmente a Região Semiárida, apresenta condições favoráveis para a instalação de biodigestores e consequentemente para a produção de biogás e biofertilizante, faltando apenas incentivos governamentais e organização da sociedade civil para disseminar a sua utilização e exploração.

4.2.3 - Investimento realizado na construção do biodigestor

Para a construção do biodigestor foram utilizados materiais encontrados em casas de construção do comércio local. A tabela 5 lista os materiais utilizados na construção do biodigestor e seus consecutivos valores praticados atualmente no mercado.

Tabela 5 – Materiais utilizados na construção do biodigestor

Itens	Unid.	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Ferro 6,3 mm	metro	12	2,50	30,00
Arame 12 galvanizado	kg	5	9,00	45,00
Brita 01	Lata	6	2,00	12,00
Caixa de fibra 3.000 litros	Unidade	1	1300,00	1300,00
Zinco 0,40 m	kg	8	10,00	80,00
Tela de nylon 1,5 x 0,80	Metro	1	9,00	9,00
Tijolo 08 furo	Unidade	70	0,30	21,00
Cano PVC esgoto 100 mm	Metro	2	7,00	14,00
Cano PVC esgoto 150 mm	Metro	3	15,00	45,00
Cano PVC rígido 50 mm	Metro	3	6,00	18,00
Cano de ferro 40 mm	Metro	3	11,00	33,00
Parafuso francês 6” (15cm) 3/8”	Unidade	1	3,00	3,00
Parafuso francês 4” (10cm) 5/16”	Unidade	2	1,50	3,00
Barrote de madeira 7 x 7	Metro	7	10,00	70,00
Cano PVC rígido 60 mm	Metro	1,5	10,00	15,00
Flange 60 x 60 mm	Unidades	1	25,00	25,00
Tábua 0,15 x 0,04 m	Metro	2	11,00	22,00
Parafuso francês 3” (7cm) 3/8”	Unidade	4	2,00	8,00
Cano PVC esgoto 75 mm	Metro	1	4,50	4,50
Cap PVC esgoto 75 mm	Unidade	2	2,00	4,00
T PVC rígido 20 mm	Unidade	1	1,00	1,00
Cano PVC rígido 20 mm	Metro	25	1,00	25,00
Joelho PVC rígido 20 mm	Unidade	7	0,50	3,50
Adaptador com Flange 20 mm	Unidade	2	10,00	20,00
Adaptador longo com Flange Livre	Unidade	1	10,00	10,00
Mangueira plástica 25 mm	Metro	5	2,00	10,00
Registro de esfera 20 mm	Unidade	2	7,00	14,00
Abraçadeiras rosca sem fim 1/2”	Unidade	3	1,50	4,50
Garrafão acrílico de água mineral	Unidade	1	30,00	30,00
União 20 mm	Unidade	1	7,00	7,00
Cola PVC pequena	Unidade	1	2,00	2,00
Cimento	Saco	9	25,00	225,00
Areia	m ³	1	70,00	70,00
Mão de obra especializada	dias/homem	3	120,00	360,00
Mão de obra não especializada	dias/homem	6	60,00	360,00
Cap PVC esgoto 75 mm	Unidade	2	2,00	4,00
			Total:	2.903,50

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

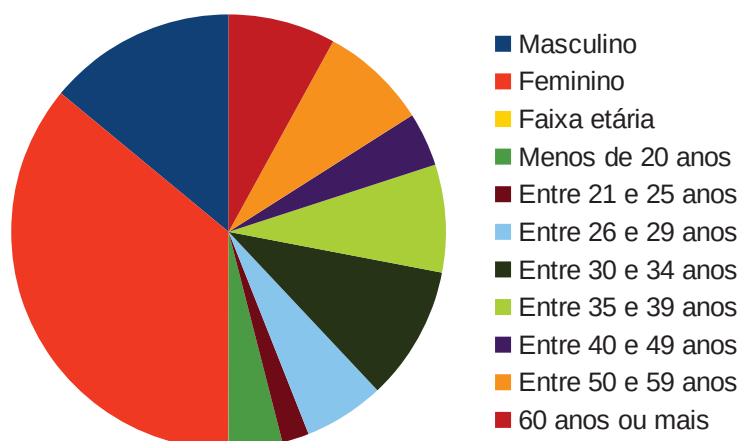
Os resultados fazem referência a pesquisa realizada com o objetivo de levantar as principais características organizacionais e socioeconômicas dos moradores da Comunidade Uruá e sobre a implantação do biodigestor numa propriedade rural de pequeno porte.

5.1 – Da pesquisa realizada na Comunidade Uruá

Com o objetivo de identificar as formas de organização da Comunidade Uruá, conhecer o perfil socioeconômico e principais tecnologias, a pesquisa foi realizada com 25 moradores, o que correspondeu a 1 membro de cada família.

Os gráficos a seguir apresentam a distribuição das respostas resultantes das entrevistas realizadas, o que corresponde a 12,5 % de famílias entrevistadas. O gráfico 1 apresenta a distribuição dos entrevistados, de acordo com o sexo e faixa etária.

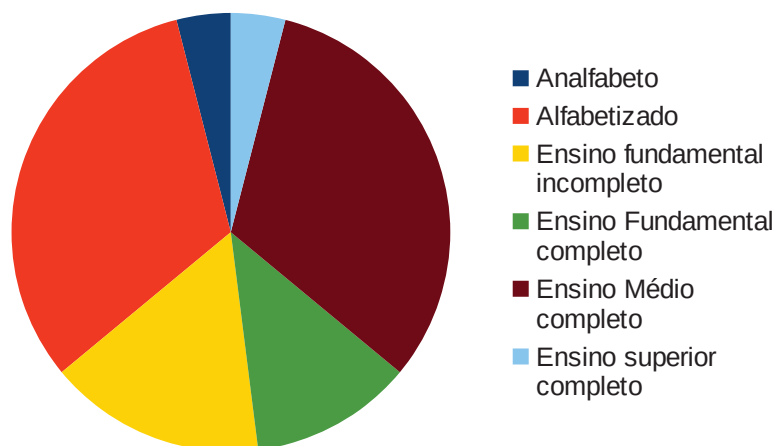
Gráfico 1 - Distribuição dos entrevistados, de acordo com o sexo e faixa etária



Das pessoas entrevistadas 72 % foi do universo feminino e 28 % masculino. Isso se deveu, principalmente, ao fato das mulheres estarem em casa realizando atividades domésticas e o homem está em campo nas atividades agrícolas. Em relação a faixa etária 8% tinham menos de 20 anos, 4% entre 21 e 25 anos, 12% de 26 a 29 anos, 20% de 30 a 34 anos, 16 % de 35 a 39 anos, 8% de 40 a 49 anos, 16% de 50 a 59 e 16 % tinham mais de 60 anos.

A pesquisa contemplou ainda informações referentes ao nível de escolaridade. No Gráfico 2 é feito referência ao nível de escolaridade dos moradores entrevistados.

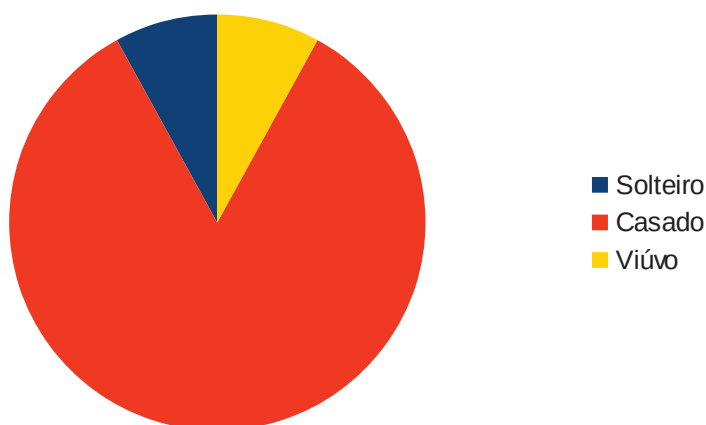
Gráfico 2 - nível de escolaridade dos moradores



Em relação a escolaridade, 4% respondeu ser analfabeto, 32% são alfabetizados, 16% tem ensino fundamental incompleto, 12% ensino fundamental completo, 32 % ensino médio completo e 4 % com ensino superior.

No quesito estado civil, a maioria dos entrevistados responderam que são casados. Dos respondentes, 84% são casados, 8% são solteiros e 8 % são viúvos. Destaca-se que os respondentes solteiros são os mesmos que informaram ter menos de 20 anos. O Gráfico 3 destaca o estado civil dos entrevistados.

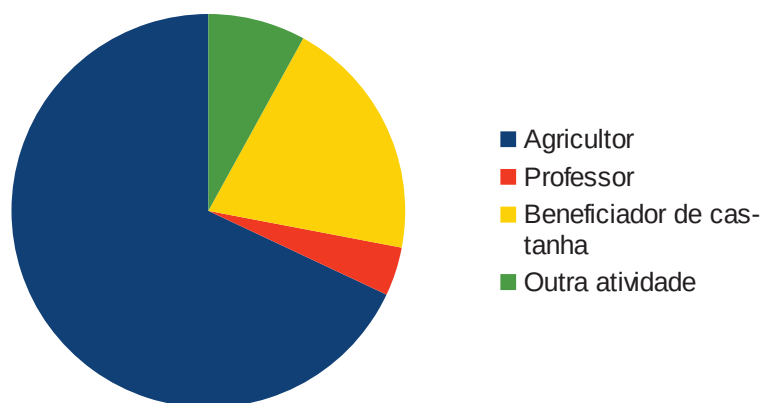
Gráfico 3 – Estado civil dos entrevistados



Ao referir-se a função exercida pelos entrevistados, a maioria respondeu ser agricultor familiar, este universo correspondendo a 68 %. Mesmo o Município de Barreira sendo referência em beneficiamento de castanha, apenas 20 % respondeu exercer a atividade. Nas respostas, ainda foi identificado que 4 % era professor da rede pública e 8 % respondeu outras atividades, sendo elas

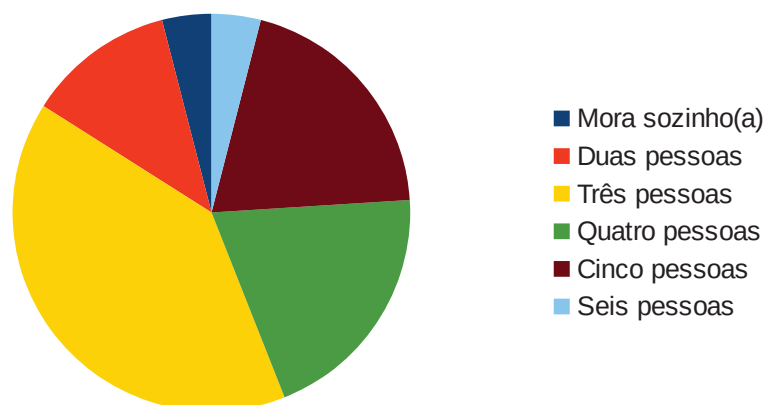
como empreendedor individual e despeliculador de amêndoas para as unidades familiares de beneficiamento de castanha de caju. O Gráfico 4 apresenta a principal função exercida pelos moradores entrevistados.

Gráfico 4 – Função exercida pelos moradores



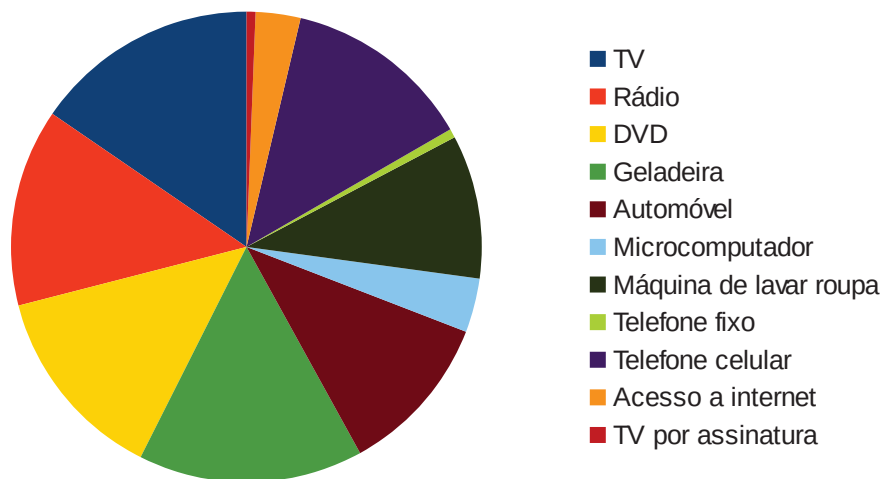
Durante a pesquisa procuramos saber ainda quantas pessoas moravam na residência e 4% respondeu morar sozinho, 12 % informou ter duas pessoas, 40 % três pessoas, 20 % quatro pessoas, 20 % cinco pessoas e 4 % seis pessoas. O Gráfico 5 relaciona a quantidade de pessoas que moram na residência.

Gráfico 5 – quantidade de pessoas por residência



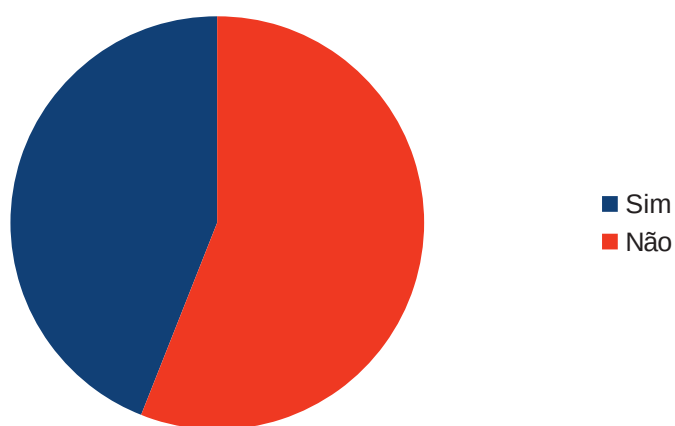
Procurou saber ainda se as pessoas estavam bem equipadas com itens domésticos e 100 % informou possuir TV e geladeira, 88 % rádio e DVD, 72 % automóvel (moto), 24 % microcomputador, 64 % máquina de lavar roupa, 4 % telefone fixo, 84 % telefone celular, 20 % acesso à internet e 4 % possui TV por assinatura. O Gráfico 6 destaca os itens existentes na residência.

Gráfico 6 – itens domésticos existentes na residência



Ao serem questionados sobre a participação em algum curso de capacitação 44% respondeu já ter participado de algum tipo de capacitação e 56 % nunca participaram.

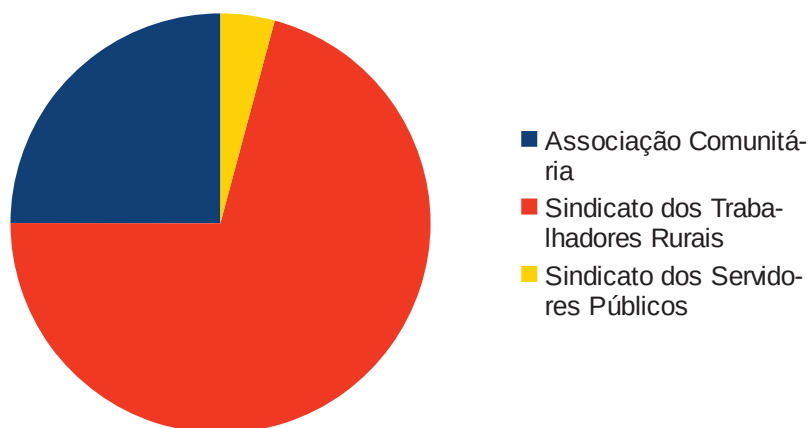
Gráfico 7 – Participação em cursos de capacitação



Ao referir-se a participar de organização social 24% informaram ser sócio da Associação Comunitária dos Moradores da Localidade de Uruá, 68% fazem parte do Sindicato dos Trabalhadores Rurais, 4% membro do Sindicato dos Servidores Públicos. Na entrevista foi

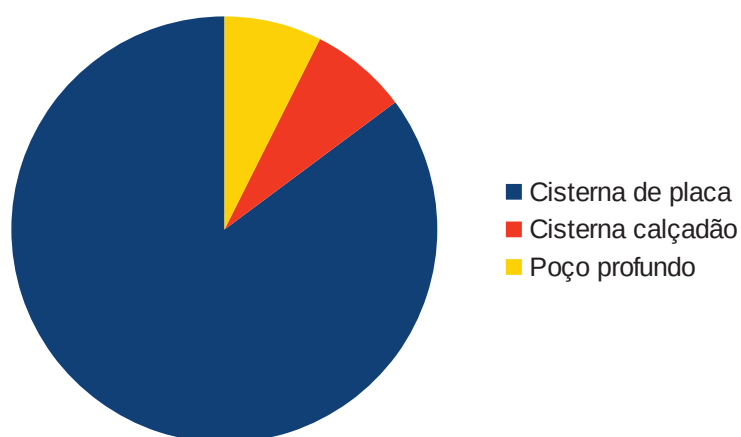
averiguado a participação no Sindicato dos Produtores Rurais e em cooperativas, mas 100% responderam não fazer parte dessas organizações.

Gráfico 8 – Participação em Organização Social



A Comunidade possui dois chafarizes públicos com dessalinizadores e quando questionados sobre a existência de outras tecnologias sociais 92 % responderam possuir cisterna de placa para armazenamento de água potável, 8 % responderam possuir cisterna calçadão para armazenamento de água para irrigação e produção, 8 % informaram possuir poço profundo, mas em nenhuma propriedade foi registrado a ocorrência de biodigestor.

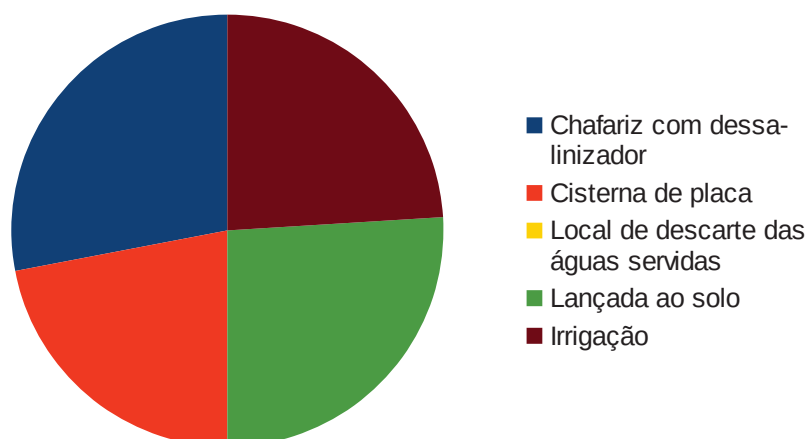
Gráfico 9 - Existência de tecnologia sustentável de convivência com o semiárido na propriedade



Ao ser questionado sobre a origem da água para consumo humano, 56 % responderam consumir água do chafariz com dessalinizador e 44 % responderam utilizar-se da água armazenada

na cisterna de placa. Quanto ao destino das águas servidas 52 % responderam que lançam no solo sem nenhum tipo de tratamento e 48 % fazem uso para irrigação. A Comunidade não é abastecida pela Companhia de água e esgoto do Ceará – CAGECE nem tão pouco pelo Sistema de Saneamento Rural do Ceará – SISAR. O Gráfico 10 faz um resumo das pessoas pesquisadas.

Gráfico 10 – origem da água para consumo humano e destino das águas servidas



Em relação as águas servidas, 100% das pessoas que disseram dar destino a irrigação ressaltaram que é referente a aguação das plantas, na maioria frutíferas que ficam ao redor da casa.

Durante a pesquisa foi questionado ainda sobre os tipos de resíduos sólidos gerados na residência e 100% dos entrevistados responderam que os restos de comida são destinados aos animais domésticos como galinha, cachorro e gato e os plásticos e papéis são incinerados. Com relação ao esterco gerado, apenas 1 pessoa afirmou realizar o processo de compostagem, o que corresponde a 4% dos entrevistados.

5.2 – Da implantação do biodigestor

A implantação do biodigestor na propriedade rural do Município de Barreira, tem se apresentado como alternativa sustentável para a destinação final dos dejetos suínos.

A evolução do sistema, passando pela instalação de um biodigestor de bancada, no laboratório da Universidade de Fortaleza – UNIFOR e da Universidade da Integração Nacional da Lusofonia Afro-brasileira (figura 32), seguida de um segundo modelo implantado numa propriedade do Uruá em Barreira, serviu de experiência para a implantação de um modelo mais robusto e definitivo.

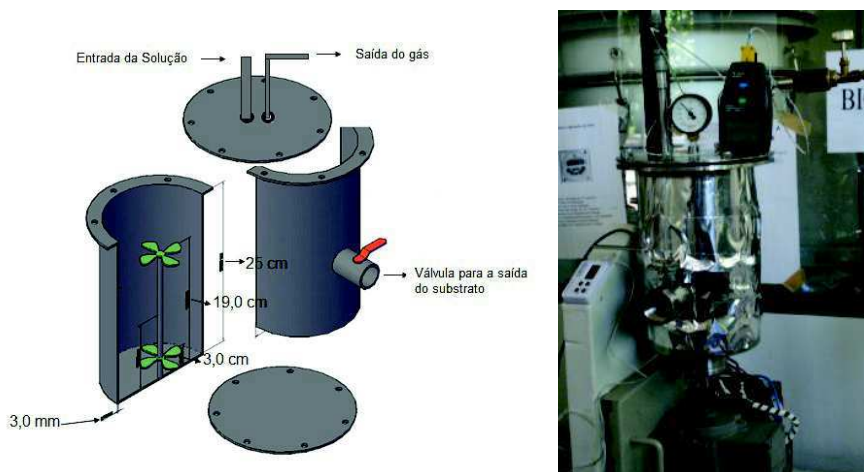


Figura 32 - Biodigestor anaeróbico em escala laboratorial

Fonte: Alcócer, 2012.

O equipamento instalado na propriedade do agricultor familiar, trata os dejetos suínos oriundos da criação de 5 suínos, gera biogás para o abate de frangos e o biofertilizante é utilizado como adubo orgânico. A Figura 33 apresenta o modelo de biodigestor instalado, destacando a forma como o processo acontece.

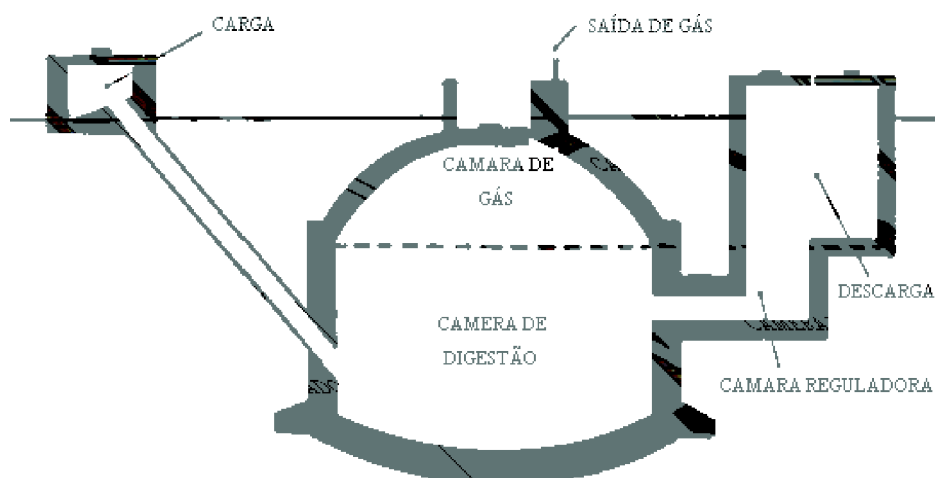


Figura 33 – Biodigestor modelo chinês

Fonte: http://www.feg.unesp.br/emas/vigilantes/Fontes_de_Energia/biogas.htm, acesso: 18/06/2016

O investimento de R\$ 2.903,50, realizado para a construção e instalação do biodigestor, se apresenta como razoavelmente baixo se comparando aos resultados advindos da tecnologia. Em relação ao retorno financeiro, este foi observado em 240 dias, pois anteriormente, no mesmo

período se utilizava 32 botijões de gás. O botijão de gás, registra-se com um valor de R\$ 65,00 a unidade.

Outro fator de retorno considerado foi em relação ao aproveitamento dos dejetos suínos, que antes eram descartados sob o solo sem nenhum tratamento, sendo motivo de reclamações dos vizinhos pela exalação do mau cheiro. Diariamente o produtor faz a limpeza da baia, sendo os dejetos encaminhados diretamente para a caixa de carga através de uma tubulação que foi instalada para esse fim.

O biofertilizante também foi substituído pelo composto orgânico e esterco que eram adquiridos em granjas e comércios da região. A tonelada do composto orgânico era adquirido por R\$ 150,00, sendo necessários a aquisição anual de 02 toneladas. Outro custo inserido no processo, estava o transporte desse adubo até a propriedade, chegando a ser cobrados fretes de até R\$ 80,00.

O biofertilizante tem apresentado bons resultados quando aplicado em pastagens e em culturas agrícolas. Na Figura 34 é possível visualizar a diferença no crescimento do capim se comparando ao restante da plantação, além de apresentar folhagens mais vigorosas com coloração diferenciada após 15 dias de utilização do biofertilizante.

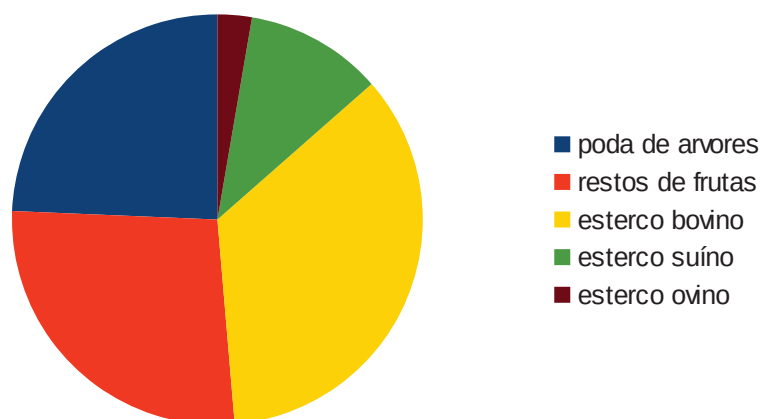


Figura 34 - Capineira experimental de utilização do biofertilizante

Fonte: a autora

Diante dos benefícios, foi realizado uma pesquisa com 16 agricultores familiares de várias comunidades do Município de Barreira, para levantar os tipos de biomassa gerada em cada propriedade e o interesse desses produtores na instalação dessa tecnologia. Os agricultores foram selecionados a partir do Fórum dos cajucultores/agricultores familiares que se reúnem mensalmente para discutir questões relacionadas as atividades agrícolas e planejar ações a serem executadas no sentido de agilizar o trabalho produtivo, minimizar custos e agregar valor as propriedades. O Gráfico 11 apresenta o resultado da pesquisa em relação aos tipos de biomassa gerados em cada propriedade.

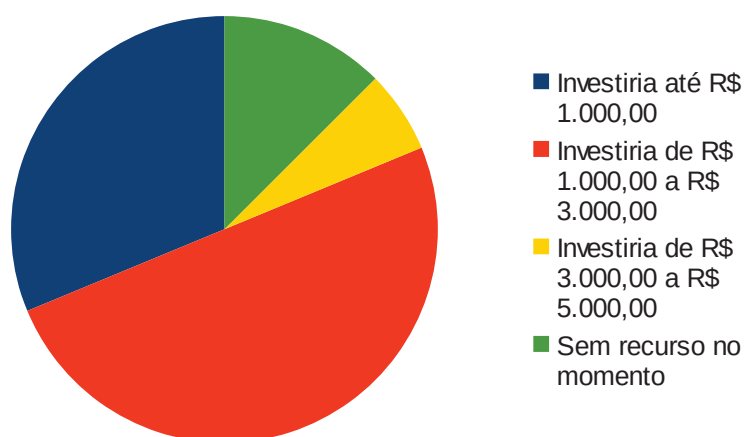
Gráfico 11 – Tipos de biomassa gerados em cada propriedade



Dos 16 agricultores familiares entrevistados, 9 responderam gerar biomassa a partir da poda de árvores, 10 produzem restos de frutas, principalmente o pedúnculo do caju, 13 pessoas geram esterco bovino, 4 esterco suíno e 1 respondeu gerar esterco ovino.

A pesquisa contemplou também um quesito sobre o interesse e disponibilidade de recurso para investir na implantação de biodigestor. O Gráfico 11 destaca o resultado das entrevistas.

Gráfico 12 – Interesse e disponibilidade de recurso para construção do biodigestor



Dos entrevistados, 100% demonstraram interesse em investir nesse tipo de tecnologia, mas nem todos dispunham do mesmo valor de recurso. Dos respondentes, 2 pessoas informaram que, apesar de reconhecer a importância do biodigestor, não dispunham de recurso para investir no momento. Os demais, 5 investiria até R\$ 1.000,00, 8 pessoas de R\$ 1.000, 00 a R\$ 3.000,00 e 1 respondeu investir de R\$ 3.000,00 a R\$ 5.000,00 na construção do equipamento.

A experiência demonstrou que o tempo de retorno do investimento é atrativo, especialmente com a intensificação do uso do sistema e a utilização adequada dos produtos. Esta utilização está diretamente relacionada com a economia oriunda da produção do biogás (utilizado como gás de cozinha) e o biofertilizante (excelente adubo orgânico e de ação inseticida para alguns predadores).

5.3 - Importância do biodigestor na visão do proprietário

De acordo com os relatos do agricultor, uma das principais vantagens da instalação do biodigestor em sua propriedade está relacionado ao destino adequado do esterco suíno que antes era motivo de reclamação dos vizinhos por conta do mau cheiro que exalava: “Atualmente, além de não causar mais incômodos aos vizinhos, ainda tenho a possibilidade de produzir o biogás e o biofertilizante para fazer a adubação das terras”.

Outro fator considerado, é a utilização do biogás para aquecer os alimentos ou para ser utilizado no abate de frangos, eliminando o uso da madeira que aqueceria o fogão a lenha, além de não haver mais a necessidade de comprar o gás GLP.

Todas essas vantagens do biodigestor foi possível com investimentos financiados pelo Banco do Nordeste: tenho 12 meses para pagar”. Fazendo uns cálculos simples, sobre a eliminação do uso da lenha e do gás de cozinha e a utilização do biofertilizante em substituição aos produtos orgânicos que eram adquiridos em granjas ou comércios da Região, dar para perceber que o retorno do investimento realizado será possível no período de 1 ano:

“Dessa forma, além de destinar adequadamente os resíduos gerados na propriedade, de diminuir custos de produção e contribuir para a conservação do meio ambiente, ao quitar o investimento, já terei o retorno financeiro do equipamento”.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

O uso de tecnologias alternativas, adequadas a realidade local, e o aproveitamento dos potenciais recursos existentes na propriedade, é fator preponderante para a convivência no semiárido. Neste sentido, a instalação e acompanhamento do funcionamento do biodigestor permite afirmar que sua utilização é claramente benéfica em propriedades rurais, especialmente por serem de simples construção, de custo razoavelmente baixo e por serem dimensionados levando em consideração a quantidade de resíduos existentes e de acordo com a demanda dos produtos oriundos da biodigestão.

Este trabalho atingiu aos objetivos propostos, pois observou-se que o investimento realizado na construção, operação e funcionamento do biodigestor é bastante atrativo se comparando aos resultados obtidos com o processo.

No que concerne a tecnologia, notou-se que apresenta vantagens no sentido de reaproveitar a matéria orgânica que seria descartada sem agregar valor, a produção do biogás que está sendo utilizado como combustível para alimentação do fogão e o biofertilizante que é utilizado como adubo em diversas culturas, gerando, portanto, benefícios socioeconômicos e contribuindo para a minimização dos problemas ambientais.

A divulgação dessas vantagens têm despertado o interesse de produtores locais para realizar investimentos em equipamentos como esses, inclusive a propriedade onde o biodigestor está instalado tem sido palco de diversas visitas.

Atualmente, alguns produtores locais têm demonstrado interesse na construção de estruturas como essas, pois, segundo eles, resolverá o problema da acumulação de resíduos orgânicos ao redor da casa, ocupando espaços e gerando incômodos local e para a vizinhança.

Diante essas demandas, será trabalhado junto aos órgãos governamentais e não governamentais, uma proposta de apoio a produtores interessados na implantação de biodigestores, pois além de destinar adequadamente os resíduos orgânicos locais, estes poderão ser também utilizados como alternativa de saneamento ambiental rural, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e bem-estar social.

7 – REFERÊNCIAS

- ALCÓCER, J. C. A.; DUARTE, J. B. F.; CAJAZEIRAS, M. J.; OLIVEIRA, M. L. M.; DUARTE, R. G.; ROCHA, Y. M. G.; PONTES, B. C. M.; DUARTE, J.; HOLANDA, I.; BENEVIDES, D.; MARTINS, K.; DIOGO, J. O.; DANTAS, G. N. **PRODUZINDO BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS DE FRUTAS PARA GERAR ENERGIA ELÉTRICA**. Revista SODEBRAS – Volume 9 N° 103 – p. 113 – 116 Julho/ 2014.
- ANDRADE, F. L.; QUEIROZ, P. V. M. **Articulação no semiárido Brasileiro – ASA e o seu Programa de Formação e Mobilização e para Convivência com o Semiárido: A Influência da ASA na Construção de Políticas Públicas**. In: Políticas públicas para o semiárido: experiências e conquistas no nordeste do Brasil / organizadores, Angela Küster, Jaime Ferré Marti. - Fortaleza : Fundação Konrad Adenauer, 2009. 152 p.
- AQUINO, G. T.; BRONDANI, F. M. M.; ALVES-SOUZA, R. A.; GERON, V. L. M. G. **O USO DO BIOGÁS NO ÂMBITO RURAL COMO PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente 5(1): p. 140-149, jan-jun, 2014
- ARAUJO, J. M.; ARRUDA, D. B. **PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: direito ao desenvolvimento econômico-sustentável**. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.8 n.16 p.235-260 3º Julho/Dezembro de 2011.
- ARRUDA, M. H.; AMARAL, L. P.; PIRES, O. P. J.; BARUFI, C. R. V. **Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa**. REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA - PERIODICIDADE SEMESTRAL – ANO I – NÚMERO 2 – DEZEMBRO DE 2002.
- ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. – Brasília : Aneel, 2008. 236 p.
- BARBOSA, G.; LANGER, M. **Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental**. Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2011
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Cidadania Maciço do Baturité – MDA/SDT/CONSAD** Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2010. v 1.
- BASTOS, F.H. **Movimentos de massa no Maciço de Baturité (CE) e contribuições para estratégias de planejamento ambiental**. 2012. 257 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

- BÉTARD, F.; PEULVAST, J. P.; SALES, V. C. **CARACTERIZAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DE UMA SERRA ÚMIDA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO: o caso do maciço de Baturité-CE.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 12, p. 107 – 126, 2007.
- BRASILEIRO, R. S. **Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação.** Scientia Plena 5, 055401, 2009.
- BAUNGRATZ, K. L.; OLIVEIRA, J. B.; SLONGO, N.; FRIGO, E. P.; ZANON, E. **Produção de biogás a partir de biomassa residual.** Acta Iguazu, Cascavel, v.2, n.3, p. 30-39, 2013
- BAPTISTA, N. Q.; CAMPOS, C. H. **Caracterização do Semiárido Brasileiro.** In: **Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social** /Irio Luiz Conti e Edni Oscar Schroeder (organizadores). Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – FAURGS/REDEgenteSAN / Instituto Ambiental Brasil Sustentável – IABS / Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID / Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome - MDS / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil – 2013.
- CENTEC. **Relatório do contrato de gestão.** Fortaleza, Ceará. 2011.
- COUQUEIRO, J. R. **O SEMIÁRIDO BRASILEIRO: lugar de vida do/a camponês/a.** Entrelaçando – Revista Eletrônica de Culturas e Educação · Nº 6 · V 1 p. 47-60 · Ano III (2012) · Set.-Dez. · ISSN 2179.8443
- COLATTO, L.; LANGER, M. **Biodigestor – resíduo sólido pecuário para produção de energia.** Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, jul./dez. 2011.
- EMATERCE. **Relatório anual de atividades.** Redenção. 2015.
- FRIGO, K. D. A.; FEIDEN, A.; GALANT, N. B.; SANTOS, R. F.; MARI, A. G.; FRIGO, E. P. **Biodigestores: seus modelos e aplicações.** Acta Iguazu, Cascavel, v.4, n.1, p. 57-65, 2015
- IBGE. **Histórico - Barreira, Ceará.** Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/ceara/barreira.pdf>. Acesso: 20/03/2016.
- IBGE. **Ceará – CE.** 2010. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/download/mapa_e_municipios.php?lang=&uf=ce. Acesso: 20/04/2016
- ICLEI – Brasil. **Manual para aproveitamento do biogás: volume dois, efluentes urbanos.** ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, Escritório de projetos no Brasil, São Paulo, 2010.
- JESUS, V. M. B.; COSTA, A. B. **Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas.** In: COSTA, Adriano Borges, (Org.) Tecnologia Social e Políticas Públicas. -- São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. 284 p.

- MATTOS, L. C.; FARIAS JÚNIOR, M. Manual do biodigestor sertanejo. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2011. 55 p. : il.
- MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. **Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola**. Bahia Agríc., v.7, n.3, nov. 2006.
- NASCIMENTO, F. R.; SOUZA, M. J. N.; CRUZ, M. L. B. **DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA SERRA DE BATURITÉ – CEARÁ**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 20, p. 19-33, 2010. Editora UFPR
- NASCIMENTO, R. C. **O USO DO BIOFERTILIZANTE EM SOLOS AGRÍCOLAS DO CERRADO DA REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA (MG)**. B.goiano.geogr. Goiânia, v. 30, n. 2, p. 55-66, jul./dez. 2010,
- NORONHA, A. C. G.; GIMENES, R. M. T. **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES NA PRODUÇÃO INTEGRADA DE SUÍNOS**. Rev. Ciênc. Empres. UNIPAR, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 57-68, jan./jun. 2009
- OLIVER, A. P. M.; SOUZA NETO, A. A.; QUADROS, D. G.; VALLADARES, R. E. **Manual de treinamento em biodigestão**. Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID). Brasil. Fevereiro de 2008.
- PEREIRA, G. **VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM BIODIGESTOR EM PROPRIEDADES RURAIS**. Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU. Alto Uruguai. Vol.6 - n.12 - Janeiro - Junho 2011.
- PEREIRA, V.; FERREIRA-JR, J. M.; MARTINEZ, G. A. S.; TOMACHUK, C. R. **AValiação DE SISTEMA DE COLUNAS PARA REMEDIAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE BIOMASSA NÃO Digerida**. HOLOS, Ano 31, Vol. 8. p. 242 – 251.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BARREIRA. **Histórico de Barreira**. <http://www.prefeituradebarreira.com.br/site/dados.php>. Acesso: 28 /06 / 2013.
- KARLSSON, T.; KONRAD, O. ; LUMI, M.; SCHMEIER, N. P.; MARDER, M.; CASARIL, C. E.; KOCH, F. F.; PEDROSO, A. G. **MANUAL BÁSICO DE BIOGÁS**. Lajeado: Ed. da Univates, 2014. 69 p.
- RIZZONI, L. B.; TOBIAS, A. C. T.; DEL BIANCHI, M.; GARCIA, J. A. D. **Biodigestão ANAERÓBIA NO TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS**. REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE MEDICINA VETERINÁRIA. Ano IX – Número 18 – Janeiro de 2012
- ROYA, B.; FREITAS, E.; BARROS, E.; ANDRADE, F.; PRAGANA, M.; SILVA, D. J. A. **BIOGÁS – UMA ENERGIA LIMPA**. Revista Eletrônica Novo Enfoque, ano 2011, v. 13, n. 13, p. 142 – 149.

- SAMPAIO, E. V.S.B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y S. B. **Impactos Ambientais da Agricultura no Processo de Desertificação no Nordeste do Brasil**. RG Vol. 22, No 1 (2005): Revista de Geografia (Recife).
- SANTOS, E. L. B.; NARDIR JUNIOR, G. **PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE ORIGEM ANIMAL**. *Tekhne e Logos*, Botucatu, SP, v.4, n.2, Agosto, 2013. ISSN 2176 - 4808
- SILVA, N. P.; FRANCISCO, A. C. **GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE DEJETOS SUÍNOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ**. *Nucleus*, v.7, n.2, out.2010
- SILVA, F. P.; BOTTON, J. P.; SOUZA, S. N. M.; HACHISUCA, A. M. M. **PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA OPERAÇÃO DE BIODIGESTORES PARA SUINOCULTURA**. *Revista Tecnológica – Edição Especial 2014*. Maringá, p. 33-41, 2015
- SCHISTEK, Haroldo. **O Semiárido Brasileiro: uma região mal compreendida**. In: **Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social** /Irio Luiz Conti e Edni Oscar Schroeder (organizadores). Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – FAURGS/REDEgenteSAN / Instituto Ambiental Brasil Sustentável – IABS / Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID / Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome - MDS / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil – 2013.
- SCHWINGEL, A. W.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; SUNADA, N. S.; CENTURION, S. R. **Desempenho da co-digestão anaeróbia de dejetos suínos com inclusão de glicerina bruta**. *Rev. Ciênc. Agron.*, v. 47, n. 4, p. 778-783, out-dez, 2016. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE
- TOLLER, M. **A Transformação de Resíduos Agroindustriais Através de Biodigestores: Uma Gestão Sócio-Ambiental**. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.5, p. 42- 50, 2016
- TORRES, A.; PEDROSA, J. F.; MOURA, J. P. **FUNDAMENTOS DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES EM PROPRIEDADES RURAIS**. *Revista Educação Ambiental em Ação*. Número 40, Ano XI. Junho-Agosto/2012. Disponível em: <http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=1248>. Acesso: 19/06/2016.
- VENTURA, A. C.; FERNÁNDEZ, L.; ANDRADE, J. C. S. **Tecnologias Sociais para Enfrentamento às Mudanças Climáticas no Semiárido: Caracterização e Contribuições**. Documentos Técnico-Científicos. *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, v. 44, n. especial, p. 213-238, jun. 2013
- VENTURA, A. C.; GARCIA, L. F.; ANDRADE, J. C. S. **Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de**

desenvolvimento humano. Cad. EBAPE.BR, v. 10, nº 3, artigo 8, Rio de Janeiro, Set. 2012 p. 605–629

- VIEIRA, V. P. P. B. **Desafios da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Semiárido.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 8 n.2 Abr/jun, 2003 p. 7-17

- WESTRUP, G.; DUARTE, G. W.; ALBERTON, J.; NIEHUES, R. C.; ROCHA, D. A.; VANDRESEN, S. **ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE BIOGÁS PROVENIENTE DE DEJETOS DE SUÍNOS DE UMA PROPRIEDADE RURAL EM FORQUILHINHA/SC.** Rev. Ciênc. Cidadania - v.1, n.1, 2015.

Apêndice A
BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO: UMA REGIÃO EM CONSTANTE TRANSFORMAÇÃO

Neste apêndice será descrito sobre o Semiárido, uma Região de características peculiares e com necessidades específicas de ações voltadas a convivência harmoniosa e sustentável.

A Região é composta por oito Estados do Nordeste e um do Sudeste, tendo sua atualização territorial datada em 10 de março de 2005, por meio do Portaria do Ministro da Integração Nacional. A ação foi realizada pelo Grupo de Trabalho Interministerial, instituído pela Portaria Interministerial N° 6, de 29 de março de 2004, assinada pelos ministros da Integração Nacional e do Meio Ambiente. A área oficialmente classificada como semiárido brasileiro teve um acréscimo de 8,66%, aumentando de 892.309 km² para 982.563 km². Sendo incluídos mais 102 municípios aos 1.031 existentes (PEREIRA JÚNIOR, 2007).

PEREIRA JÚNIOR (2007), ressalta que para a delimitação, foram utilizados critérios técnicos a saber:

- I - precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros (isoieta de 800mm);
 - II - Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
 - III - risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990
- PEREIRA JÚNIOR (2007, pág. 4).

O Semiárido tem sido espaço para vários estudos, especialmente por ser um ambiente com características diferenciadas, onde a população enfrenta problemas de escassez e de acesso à água. Diversificar a produção e desenvolver alternativas sustentáveis têm sido um dos caminhos para o enfrentamento das dificuldades.

Com características peculiares, o Semiárido brasileiro, caracteriza-se por chuvas irregulares no tempo e no espaço. Portanto a estiagem tem sido um comportamento previsível do tipo climático. Espera-se que a chuva caia, principalmente entre os meses de dezembro a maio, variando entre as diversas regiões, mas ela pode não vir no limite esperado e/ou necessário, necessitando que sejam desenvolvidas alternativas emergenciais para evitar maiores prejuízos econômicos, sociais e ambientais (SCHISTEK, 2013; VIEIRA, 2003).

Nesta Região, os rios são, na maioria, intermitentes e condicionados ao período chuvoso. Da mesma forma estão os lagos, lagoas e açudes, que no período seco, toda a reserva desaparecem infiltrando-se e/ou evaporando-se, para então dar sinal de armazenamento no próximo período chuvoso.

A ação antrópica tem influenciado para essas características, pois sendo uma região árida, realiza de forma irregular a exploração da terra, desmatamentos predatórios e queimadas indiscriminadas (BAPTISTA e CAMPOS, 2013).

A forma como a agricultura é praticada, também gera impactos ao meio ambiente. A retirada da cobertura morta através da realização de queimadas, além de deixar os solos menos produtivos, ainda expõem aos processos erosivos, causando assoreamento dos Recursos Hídricos. A utilização de máquinas agrícolas de grande porte também favorece o processo de compactação do solo, tornando-os improdutivos após anos seguidos de utilização e produção (BRASILEIRO, 2009).

A realização de práticas sustentáveis e adaptadas a realidade do semiárido contribuem para uma convivência harmoniosa com o meio ambiente e conseqüentemente para o tão sonhado desenvolvimento sustentável. Para isso é necessário desenvolver e aplicar tecnologias de manejo dos mananciais, otimizar a captação e armazenamento das águas da chuva e inovar na prática da agricultura familiar, utilizando-se de compostos orgânicos e equipamentos menos impactantes, além de realizar atividades de processamento dos produtos, agregando valor e melhorando a condição de vida das pessoas.

Portanto, o desenvolvimento de alternativas estruturantes, garante a minimização dos problemas ambientais, evita que novos crimes ambientais sejam cometidos e promovem a autonomia daqueles que sobrevivem no semiárido.

3.1 – Tecnologias sociais de convivência com o semiárido como alternativa de desenvolvimento territorial sustentável

A aplicação de alternativas de convivência com o semiárido é desenvolvida pela capacidade criativa dos indivíduos. Para garantir a sobrevivência neste ambiente cheio de adversidades, estes desenvolvem métodos e técnicas capazes de facilitar as atividades diárias, de promover o progresso local e contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

A convivência com as adversidades climáticas do semiárido brasileiro e a promoção do desenvolvimento sustentável da região e dos setores ambientais, é possível através do desenvolvimento e aplicação de tecnologias sociais de baixo custo e de fácil instalação. Diversos estudos têm demonstrado o potencial que as tecnologias sociais exercem no semiárido, especialmente as relacionadas ao armazenamento de água e desenvolvimento da agricultura (VENTURA *et al.*, 2013)

Ao referir-se a tecnologias sociais, estamos destacando que é uma ação que envolve não somente os setores políticos governamentais e pesquisadores, mas também a participação, o empoderamento e autogestão daqueles que são diretamente beneficiados com a tecnologia. A ação

precisa ser capaz de promover a inclusão dos usuários e assim desenvolver estratégias sustentáveis de utilização e manutenção do equipamento.

Atualmente, diversas tecnologias são desenvolvidas com apoio governamental, mas que envolve a participação direta dos beneficiários. A cisterna de placa e a calçada são exemplos dessa parceria entre governo e sociedade civil.

A cisterna de placa tem como objetivo fazer a captação e armazenamento de água da chuva e é destinada especialmente para o consumo humano. Já a cisterna calçada é responsável pelo armazenamento de água para o desenvolvimento produtivo. A água é utilizada para a produção de frutíferas e hortifrutigranjeiras ao redor da casa, os chamados quintais produtivos. No conjunto, há uma cisterna de placa – na qual a água é armazenada - e uma calçada que serve como área de captação da água das chuvas, mas que também pode ser utilizado para secagem de produtos oriundos da agricultura familiar, como milho, feijão, castanha de caju, sementes do urucum, dentre outros (JESUS e COSTA, 2013).

Jesus e Costa (2013) ainda destacam que as tecnologias são responsáveis pela solução de outros problemas que surgem na Comunidade.

Essas tecnologias complementares demonstram o processo incremental e o desenvolvimento de novas soluções com base em tecnologias sociais implantadas. Esses casos revelam uma parte da riqueza e da diversidade das experiências e soluções de transformação social que estão sendo formuladas e que apontam para a possibilidade de integração entre tecnologias sociais (JESUS e COSTA, 2013, pág. 30).

Neste sentido, destaca-se o desenvolvimento e implantação de outras tecnologias sociais que tem efeitos positivos no semiárido, contribuindo para o enfrentamento ao desequilíbrio entre as oportunidades de ocupação econômica e o crescimento populacional, garantindo a permanência do homem no campo.

Na pequena propriedade, agricultores realizam o consórcio de culturas, visando diversificar a produção, garantir a segurança alimentar e nutricional e ainda contribuir para a melhoria das características do solo. Tendo como princípio a utilização de técnicas de base agroecológicas, as famílias cultivam, numa mesma área, espécies frutíferas, o feijão e o milho.

Em áreas destinadas ao cultivo do cajueiro, por exemplo, a mandioca é uma das grandes aliadas, pois, com as novas variedades, no primeiro ano já é possível fazer a colheita, abrindo espaço para o cajueiral se desenvolver. No quintal produtivo, além de uma diversidade de espécies frutíferas, é possível cultivar hortaliças e verduras, garantindo a segurança alimentar e a comercialização do excedente.

Na entressafra e em forma de sequeiro, há a possibilidade de produção de espécies frutíferas, como por exemplo o caju, que além de garantir renda em um dos períodos mais difíceis do ano,

ainda é motivo de melhoria da qualidade de vida, pois a castanha beneficiada pode ser vendida para mercados diferenciados e do pedúnculo é produzido doce, geleia, rapadura, cajuína e o tradicional mel de caju. O urucum é outra espécie que garante renda extra, com a produção e comercialização do colorau.

Destaca-se a importância de evitar queimadas, fazer a adubação orgânica e correção de solo baseada em análises, além da realização de plantios de forma rotacional e em consórcio, tendo a preocupação de cultivar plantas que se ajudam e se complementam mutuamente.

Outra opção sustentável é a instalação de biodigestores. Estes são responsáveis pelo tratamento adequado da biomassa gerada na propriedade, especialmente as relacionadas a produção de esterco, seja bovino, caprino, suíno ou aves. Os dejetos oriundos da criação animal, podem ser encaminhados, ainda frescos, para o interior do biodigestor, que através da ação de bactérias anaeróbicas, passará por um processo de transformação da sua matéria, gerando o biogás e o biofertilizante.

A viabilidade de geração desses produtos, a partir do processo da biodigestão é apresentada nas ideias de Noronha e Gimenes (2009, pág. 61), quando afirmam que “a produção de biogás e biofertilizante poderá ser geradora de receita adicional a ser utilizada em outras atividades da propriedade rural, proporcionando diminuição nos custos de produção”.

Com uma tecnologia simples e de baixo custo de instalação, os produtos oriundos da biodigestão, podem ser utilizados como alternativa econômica e social, uma vez que o biogás pode ser utilizado como gás de cozinha e o biofertilizante para promover o crescimento e desenvolvimento produtivo da lavoura.

Experiências têm mostrado que a implementação de alternativas sustentáveis e adaptadas a cada realidade é uma opção inovadora, mas requer mudança de postura dos gestores públicos, principalmente no sentido de apoiar e investir em pequenas iniciativas. Os beneficiários precisam também se apropriar melhor dessas iniciativas e manejar de forma responsável a tecnologia implantada.

Portanto, implementar tecnologias sociais, adaptadas a realidade do semiárido é um fator emergencial, mas estas precisam ser capazes de contribuir para uma relação harmoniosa entre homem e natureza (COUQUEIRO, 2012).

Destaca-se que, o desenvolvimento de um trabalho articulado, incentivado por políticas públicas voltadas para a realidade local, envolvendo os setores produtivos e a sociedade civil de um modo geral, é capaz de gerar resultados sustentáveis no que se refere ao crescimento econômico, social e a proteção ambiental.

Apêndice B

O Maciço de Baturité

A Região do Maciço de Baturité é composta por 13 municípios, sendo eles: Baturité, Capistrano, Itapiúna, Guaramiranga, Mulungu, Aratuba, Pacoti, Palmácia, Aracoiaba, Acarape, Redenção, Ocara e Barreira.

Próximo a Capital Fortaleza, o Município mais distante fica a aproximadamente 100 km. Com atrativos naturais, culturais e religiosos, a Região, é local de destino para visitantes que buscam tranquilidade, diversão e clima ameno. Com médias de temperatura de 20° C, as paisagens serranas são de vegetação exuberante e sempre verde, com represas de águas doce e águas correntes (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

Proporcionado pelas áreas de serra, o maciço de Baturité possui um clima frio e úmido, com registros de pluviosidade entre os meses de março e abril (BÉTARD *et al.*, 2007). Os pomares possuem variedades de lavouras como café, caju, mandioca e banana o que promove o adensamento demográfico e a pressão sobre o meio ambiente.

A Figura apresenta a localização da Região do Maciço de Baturité no Estado do Ceará e seus respectivos Municípios.

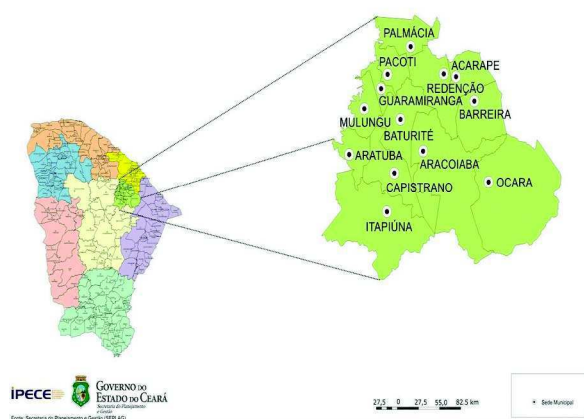


Figura 5 - Região do Maciço de Baturité
Fonte: IPECE 2009.

O Território do Maciço de Baturité tem como limites ao Norte: os municípios de Maranguape, Guaiuba, Pacajus e Chorozinho; ao Sul: os municípios de Choro, Quixadá e Ibaretama; ao Leste: o município de Cascavel, e a Oeste: os municípios de Caridade e Canindé. Em média, seus municípios ficam distantes cerca de 100 km, ao sul da Cidade de Fortaleza, e o acesso

entre os municípios além da BR-222 é feito também pelas CE-168, CE-71, CE-085, CE-368, CE-362, CE-354, e CE-178 (BRASIL, 2010).

A Região teve início no processo datado em 1702, quando foi concedida a primeira sesmaria na área do Município de Redenção (Acarape), na Serra do Acará, no Poço Paracupeba. Em 06 de agosto de 1763, foi criada a vila onde hoje se localiza Baturité. O nome Baturité foi adotado em 1841, com a Lei Nº. 226, quando foi criada a Comarca com sede na Vila de Baturité e jurisdição sobre todo o território de Canindé e Imperatriz, atual Itapipoca. Em agosto de 1858, a Vila de Baturité foi elevada à categoria de cidade (NASCIMENTO *et. al.*, 2010; BRASIL, 2010).

A Região começou a se estabelecer a partir da chegada de pernambucanos, que introduziram a cultura da cana-de-açúcar, na então localidade que hoje é Redenção. O nome Redenção é em homenagem ao fato de ter sido a primeira vila brasileira a libertar os seus escravos negros, fato esse que aconteceu em 1889 (BRASIL, 2010).

Na segunda década do século XIX, outros fatores favoreceram a ocupação progressiva do Maciço de Baturité, especialmente as áreas de serra. Neste cenário, destaca-se a cafeicultura, que contribuiu fortemente para a ocupação demográfica da Região. Outras culturas foram introduzidas, como a bananicultura e agricultura de sequeiro, sendo responsável pela retirada da mata nativa (BASTOS, 2012).

Pequenos povoados foram se formando a partir dos sítios de café, consolidando o conjunto de cidades da Região. Aliado ao crescimento demográfico, surgiram também os primeiros problemas ambientais, ocasionados pelos desmatamentos realizados com o objetivo de atender necessidades construtivas, de produzir alimentos e gerar energia.

Atualmente a população geral do Território do Maciço de Baturité é de 230.523 habitantes, com área total de 3.707,27 km², segundo dados do IBGE de 2010.

A Tabela 3 apresenta a distribuição da população da Região do Maciço por Município.

Tabela 6 - Distribuição da população do Maciço de Baturité por Município

Município	População 2010	Área da Unidade Territorial (km²)
Acarape	15.338	155,68
Aracoiaba	25.391	656,60
Aratuba	11.529	114,79
Barreira	19.573	245,81
Baturité	33.321	308,58
Capistrano	17.062	222,55
Guaramiranga	4.164	59,44
Itapiúna	18.626	588,70
Mulungu	11.485	134,57
Ocara	24.007	765,41

Pacoti	11.607	112,02
Palmácia	12.005	117,81
Redenção	26.415	225,31
Total:	230.523	3.707,27

Fonte: IBGE, 2010.