



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ-
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES

NILZA MARTINS DE QUEIROZ XAVIER

**AVALIAÇÃO DO BIOGÁS E DO BIOFERTILIZANTE PRODUZIDO A PARTIR DE
DEJETOS DE BOVINOS POR BIODIGESTÃO ANAERÓBICA NO NORDESTE
PARAENSE**

**CASTANHAL
2018**



**INSTITUTO
FEDERAL**

Pará

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ-

CAMPUS CASTANHAL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES

NILZA MARTINS DE QUEIROZ XAVIER

**AVALIAÇÃO DO BIOGÁS E DO BIOFERTILIZANTE PRODUZIDO A PARTIR DE
DEJETOS DE BOVINOS POR BIODIGESTÃO ANAERÓBICA NO NORDESTE
PARAENSE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal, como requisito para obtenção do grau de mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares.

Orientador: Prof. Dr. Cicero Paulo Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento

CASTANHAL

2018

Dados para catalogação na fonte
Setor de Processamento Técnico Biblioteca
IFPA - Campus Castanhal

X3a Xavier, Nilza Martins de Queiroz

Avaliação do biogás e do biofertilizante produzido a partir de dejetos de bovinos por biodigestão anaeróbica no Nordeste Paraense. / Nilza Martins de Queiroz Xavier. — 2018.
59 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientador: Prof. Dr. Cícero Paulo Ferreira

Coorientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2018.

1. Desenvolvimento rural – Pará, Nordeste. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Energia da biomassa. 4. Agricultura familiar. 5. Biodigestores. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. II. Título.

CDD: 307.1412098115



**INSTITUTO
FEDERAL**

Pará

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ-
CAMPUS CASTANHAL**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES**

NILZA MARTINS DE QUEIROZ XAVIER

**AVALIAÇÃO DO BIOGÁS E DO BIOFERTILIZANTE PRODUZIDO A PARTIR DE
DEJETOS DE BOVINOS POR BIODIGESTÃO ANAERÓBICA NO NORDESTE
PARAENSE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal, como requisito para obtenção do grau de mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Cícero Paulo Ferreira
(IFPA – Orientador)

Prof. Dr. João Tavares Nascimento
(IFPA – Membro)

Prof. Dr. Neuman Fontenele Viana
(IFPA – Membro)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou dando-me muita força e coragem para trilhar meu caminho, ajudando-me a realizar meus objetivos e a obter minhas conquistas.

A minha mãe Joilza Lemos e minha irmã Josiane Silveira, por todo amor, carinho, compreensão e apoio, muito obrigada por tudo, por sempre encorajar-me diante das dificuldades, por acreditarem em mim e terem me dado toda a ajuda necessária e todo suporte emocional para que eu conseguisse concluir essa grande etapa da minha vida.

Ao meu esposo Alberto Bentes Brasil Neto, por toda sua compreensão, amor, suporte, dedicação, esforço e paciência. Obrigada por me motivar e acreditar em mim quando eu mesma já não acreditava. Sem você eu jamais conseguiria chegar até aqui, essa conquista também é sua.

Ao professor Dr. Cícero Paulo Ferreira pela excelente orientação, companheirismo e amizade durante todo o trabalho. E ao professor Dr. João Tavares Nascimento, por toda sua ajuda, amizade e acompanhamento durante este projeto.

Ao Msc. Antonio Elson Cunha Cavalcante por todo apoio e dedicação, o qual sempre buscou ajudar durante o trabalho a toda hora que precisei.

Aos bolsistas que me ajudaram na manutenção e operacionalização do biodigestor e sempre estiveram a disposição para me auxiliar durante o trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, pelo espaço cedido para realizar o projeto e as análises necessárias.

E a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares do IFPA, campus Castanhal, os quais me proporcionaram momentos de muita aprendizagem.

A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.

Albert Einstein.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial minha Mãe Joilza, a minha irmã Josiane, ao meu pai Jocimar, ao meu padrasto Laureno e ao meu esposo Alberto, por toda compreensão, amor e suporte que sempre me deram. Sem vocês eu não conseguiria chegar até aqui.

RESUMO GERAL

Os biodigestores têm sido altamente viáveis na promoção do desenvolvimento sustentável do meio rural, pois viabiliza a produção de biogás e do biofertilizante, em especial na agricultura familiar. Com isso, o objetivo deste trabalho foi a construção de um biodigestor anaeróbio, tendo como biomassa dejetos de bovinos, e a análise da qualidade do biogás e do biofertilizante gerado. Para tanto, este trabalho foi dividido em três capítulos: O primeiro capítulo corresponde ao referencial bibliográfico; o segundo capítulo objetiva avaliar a qualidade do biogás e o terceiro capítulo visa avaliar a produção de alface (*Lactuca Sativa* L.) sob diferentes doses de biofertilizante. O esterco bovino possui um alto potencial energético, pois apresentou uma média na concentração de metano de 68%, o qual foi ampliado cerca de 10% com a utilização do filtro. O filtro fabricado a partir de materiais de baixo custo e fácil acesso foi extremamente eficaz, pois reduziu os teores do CO_2 e do NH_3^+ . A utilização do biofertilizante em doses baixas, em especial 25% de biofertilizante e 75% água, favoreceu pouco o desenvolvimento das plantas. Porém com o aumento da dose do biofertilizante, em especial a dosagem 100% biofertilizante na fertirrigação, observa-se um crescimento na produção da alface, sendo um reflexo direto da adubação orgânica utilizada. A qualificação de produtores quanto a utilização do Biogás e do biofertilizante é uma atividade fundamental para difundir a utilização dos biodigestores na agricultura familiar no Nordeste Paraense.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Energia; agricultura familiar; biodigestores.

ABSTRACT

The biodigestors have been highly viable in promoting the sustainable development of the rural environment, as it makes possible the production of biogas and biofertilizer, especially in family agriculture. With this, the objective of this work was the construction of an anaerobic biodigestor, having as biomass bovine wastes, and the analysis of the biogas quality and biofertilizer generated. For that, it was divided into three chapters: The first chapter corresponds to the bibliographic reference; the second chapter aims to evaluate the biogas quality and the third chapter aims to evaluate the lettuce production (*Lactuca Sativa L.*) under different doses of biofertilizer. Bovine manure has a high energy potential, since it had a mean in the methane concentration of 68%, which was increased by 10% with the use of the filter. The filter made from materials of low cost and easy access was extremely effective as it reduced the levels of CO₂ and NH₃. The use of the low dose biofertilizer, especially 25% biofertilizer and 75% water, did not favor the development of the plants. However, with the increase of the dose of the bio-fertilizer, especially the dosage 100% biofertilizer in the fertirrigation, it is observed a growth in lettuce production, being a direct reflection of the organic fertilization used. The qualification of producers regarding the use of biogas and biofertilizer is a fundamental activity to disseminate the use of biodigestors in family farming in the Northeast of Paraense.

Keywords: Sustainable development; Energy; family farming; biodigesters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 0.1: Biodigestor do tipo indiano.	7
Figura 0.2: Representação tridimensional em corte do biodigestor tipo indiano - Representação tridimensional em corte do biodigestor tipo indiano.	7
Figura 0.3: Biodigestor do tipo Chinês.	8
Figura 0.4: Representação tridimensional em corte do biodigestor tipo Chinês.	8
Figura 0.5: Representação de um biodigestor do modelo marinha	9
Figura 0.6: Modelo de biodigestor tipo caseiro.	9
Figura 0.7: Fases da produção do biogás.	12
Figura 2.8: Localização do setor de Olericultura	24
Figura 2.9: Layout do biodigestor.	26
Figura 2.10: Biodigestor modelo marinha com adaptações.	26
Figura 2.11: Filtro Purificador de Biogás.	27
Figura 2.12: Materiais que compõem o kit do biogás.	28
Figura 2.13: Coleta do biogás e análise química (A: Saco amostrador, com biogás; B: Suporte e seringa analisador de CO ₂ ; C e D: Procedimento de análise de CO ₂ e E: Procedimento de análise da Amônia e do Gás Sulfídrico).	30
Figura 2.14: Teste de Queima.	32
Figura 2.15: Dia de campo: Explicação em sala de aula sobre a construção, funcionamento dos biodigestores, geração do biogás e diversas aplicações em propriedades rurais familiares no Nordeste Paraense.	36
Figura 2.16: Dia de campo - visita ao local de produção do Biogás.	36
Figura 2.17: Dia de campo - preparo de tapioca em chama gerada pelo biogás.	36
Figura 3.1: Produção de mudas em bandejas (A: mudas produzidas a partir de 3 sementes/célula; B: mudas após o desbaste).	44
Figura 3.2: Limpeza da Área.	45
Figura 3.3: Arranjo dos canteiros (parcelas).	45
Figura 3.4: Coleta do solo para análise química.	46
Figura 3.5: Distribuição dos canteiros (parcelas) por tipo de tratamento.	47
Figura 3.6: Distribuição das mudas de alface plantadas nas parcelas.	47
Figura 3.7: Preparação das folhas de alface para secagem.	48
Figura 3.8: Gráfico de dispersão da variável Número de folhas em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.	50
Figura 3.9: Gráfico de dispersão da variável Número de folhas em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.	52
Figura 3.10: Gráfico de dispersão da variável Massa Fresca em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.	53
Figura 3.11: Gráfico de dispersão da variável Massa Seca em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.	54
Figura 3.12: Dia de campo: Explicação em sala de aula sobre a construção, funcionamento dos biodigestores, produção do biofertilizante e diversas aplicações em propriedades rurais familiares no Nordeste Paraense.	55
Figura 3.13: Dia de campo - visita a cultivos experimentais fertirrigado com biofertilizante.	55

LISTA DE SIGLAS

IFPA- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

IPqM - Instituto de Pesquisa da Marinha do Brasil

PVC - Policloreto de Polivinila

PIB - Produto Interno Bruto

GWP - Global Warming Potential

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PET - Politereftalato de etileno

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	01
CAPITULO I: REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	05
1. BIODIGESTORES	06
1.1. MODELOS DE BIODIGESTORES	06
1.2. BIOMASSA	10
1.3. BIOGÁS	10
1.4. CARACTERÍSTICAS DO BIOGÁS	11
1.5. PARÂMETROS NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS	13
1.6. BIOFERTILIZANTE	13
1.7. AGRICULTURA FAMILIAR E TECNOLOGIA DE GESTÃO	14
1.8. CULTURA DO ALFACE	16
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPITULO II: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO BIOGÁS PARA USO NA AGRICULTURA FAMILIAR NO NORDESTE PARAENSE	21
1. INTRODUÇÃO	22
2. OBJETIVOS	24
2.1. OBJETIVO GERAL	24
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3. METODOLOGIA	24
3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.2. TIPO E TÉCNICAS DE PESQUISA	25
3.3. CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR	25
3.4. COLETA DE BIOMASSA E OPERAÇÃO DO BIODIGESTOR	27
3.5. MATERIAIS UTILIZADOS NA ANÁLISE DO BIOGÁS	27
3.6. ANÁLISE DAS CONCENTRAÇÕES DA AMOSTRA DE GÁS COLETADA	27
3.7. DIA DE CAMPO PARA QUALIFICAÇÃO DE PRODUTORES RURAIS DO NORDESTE PARAENSE	30
3.8. ANÁLISE DOS DADOS	31
4. RESULTADOS E DISCURSÕES	31
4.1. CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR	31
4.2. ANÁLISE DO BIOGÁS	32
4.3. RESULTADO DO PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO DOS AGRICULTORES(AS) COM RELAÇÃO A PRODUÇÃO DO BIOGÁS	35
5. CONCLUSÃO	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPITULO III: AVALIAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE GERADO A PARTIR DA DIGESTÃO ANAERÓBICA DE DEJETOS BOVINOS NA PRODUÇÃO DE ALFACE (<i>Lactuca sativa</i> L.) , EM CASTANHAL – PA.	41
1. INTRODUÇÃO	42
2. OBJETIVOS	43
2.1. OBJETIVO GERAL	43
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
3. METODOLOGIA	43
3.1. TIPO DE PESQUISA	43
3.2. EXPERIMENTO COM DOSAGENS DE BIOFERTILIZANTE NA CULTURA DA ALFACE	43

3.3. DIA DE CAMPO PARA QUALIFICAÇÃO DE PRODUTORES RURAIS DO NORDESTE PARAENSE	48
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1. AVALIAÇÃO DO SOLO UTILIZADO PARA O PLANTIO DA CULTURA	49
4.2. NÚMERO DE FOLHAS DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE	50
4.3. ALTURA DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE	51
4.4. FITOMASSA FRESCA DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE	52
4.5. FITOMASSA SECA DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE	53
4.6. RESULTADO DO PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO DOS AGRICULTORES(AS) COM RELAÇÃO A PRODUÇÃO DO BIOFERTILIZANTE.	55
5. CONCLUSÃO	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

APRESENTAÇÃO

Energia, ar, água e alimentos são indispensáveis para a vida do homem. Com o grande crescimento demográfico, houve um grande aumento na demanda por energia e alimentos, fazendo com que fosse necessárias formas alternativas para obtenção destes recursos.

Dentre as formas de obtenção de energia, podemos citar as usinas hidrelétricas, as quais são amplamente utilizadas no Brasil e em outros países. Essas usinas surgiram com a promessa de ser um método sem emissão de gases e sem geração de impactos ambientais. Porém, sabe-se que as hidrelétricas são prejudiciais ao meio ambiente e causam muitos problemas sociais, já que necessitam realocar a população do entorno do empreendimento, além de interferir no fluxo dos rios, alterando completamente as dinâmicas dos ecossistemas (CLASSEN *et al*, 1999).

Além disso, no Brasil, este campo tem apresentado dificuldades em se manter autossuficiente, por fatores frequentemente ligados à questão ambiental. Na última década, os níveis de diversos reservatórios de hidrelétricas encontraram-se abaixo do ideal, devido a fatores climáticos, como os baixos índices de precipitação.

Ademais, esse tipo de fonte de energia não está suprimindo a necessidade de toda a população, principalmente do meio rural, onde em diversos locais a disponibilidade de energia é precária. Segundo o Censo Demográfico de 2014 divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a situação da região Norte é problemática, pois é a região onde possui o menor acesso à energia elétrica nos domicílios rurais. Contudo, mesmo com esta precariedade, de acordo com Miranda (2011), são os agricultores familiares que produzem grande parte dos alimentos que abastecem o mercado interno.

Esta produção de alimentos vem sofrendo algumas mudanças em relação ao seu modelo de produção. Nos meados da década de 1960, vários países latino-americanos engajaram-se na chamada “Revolução Verde”, o qual tinha como objetivo solucionar a problemática da fome nos países pobres, aumentando a produtividade da sua agricultura. Essa modernização agrícola se assentou no chamado “pacote tecnológico”, ou seja, um conjunto de recomendações técnicas que incluíam o uso de sementes melhoradas geneticamente, o monocultivo, a motomecanização, a irrigação e o uso intensivo de agroquímicos (ALMEIDA, 2009).

Estes modelos de desenvolvimento essencialmente produtivistas ampliou a dependência externa e vinculou a agricultura a uma matriz energética não renovável, promoveu o esgotamento prematuro dos solos e a contaminação dos recursos hídricos, assim como o desmatamento nas áreas de florestas tropicais como as que ocorreram com a expansão da fronteira agrícola no Centro-Oeste e Norte do Brasil (WEISHEIMER, 2013).

De acordo com Altieri (1993), uma estratégia capaz de nortear o desenvolvimento rural sustentável é o uso do conhecimento da Agroecologia, pois é uma área do conhecimento que estuda os sistemas agrícolas através de uma perspectiva ecológica e socioeconômica. Ele define o desenvolvimento rural sustentável como sendo a habilidade de um agroecossistema em manter a produção através do tempo, frente a distúrbios ecológicos e pressões socioeconômicas de longo prazo, sendo o objetivo da agricultura sustentável a manutenção da produtividade agrícola com o mínimo de impactos ambientais e com retornos financeiros e econômicos adequados, que permitam diminuir a pobreza e atender as necessidades sociais da população.

Nesse contexto, com o atual cenário da crise brasileira de energia elétrica e das crescentes demandas de alimentos, deve-se intensificar a busca por tecnologias capazes de promover e fazer com que seja exercido o desenvolvimento sustentável; com isso, propõe-se a utilização da tecnologia dos biodigestores como uma alternativa simplificada e apropriada que pode contribuir para o desenvolvimento sustentável do meio rural, uma vez que possibilita um adequado tratamento de diversos resíduos orgânicos agrícolas e de dejetos animais, transformando-os em biofertilizante e biogás, fazendo com que esses resíduos não sejam lançados no meio ambiente, evitando assim a poluição.

O biofertilizante é um adubo orgânico capaz de melhorar consideravelmente as características químicas, físicas e biológicas do solo e o desenvolvimento das plantações, tornando frutos, vegetais e flores muito mais vistosos. Além de poderem ser utilizado em substituição aos adubos químicos que em seus processos de produção causam impactos ambientais e consomem energia. Já o biogás produzido pode promover a autonomia energética de diversos produtores rurais; seu uso pode contribuir para agregação de valor de produtos agroindustriais, suprimento autônomo de combustível para muitas utilidades, como para alimentação de sistemas de bombeamento para irrigação e a cocção de alimentos, podendo viabilizar tais empreendimentos (ANDRADE, et al., 2015).

Logo, é possível a obtenção de energia e de uma forma de produção de alimentos mais sustentáveis, promovendo o saneamento rural, prevenindo a poluição e conservando os

recursos hídricos. Isto porque os biodigestores geram como produtos o biogás, rico em metano (CH₄), que pode ser transformado em energia, e o biofertilizante, que pode ser empregado na adubação de solos.

Com isso, este trabalho visa à construção de um biodigestor anaeróbio, tendo como biomassa dejetos de bovinos. Para tanto, foi feita análise da qualidade do biogás e do biofertilizante gerado, para avaliar a qualidade desses produtos e torna-los insumos do processo produtivo do agricultor familiar.

Portanto, este trabalho será apresentado em três capítulos: O primeiro capítulo corresponde ao referencial bibliográfico abordado. O segundo capítulo, intitulado: Avaliação da qualidade do biogás para uso na agricultura familiar no Nordeste Paraense, faz referência ao estudo do biogás, onde foi instalada uma unidade experimental com digestão anaeróbica no setor de Olericultura do Instituto Federal do Pará, Campus Castanhal. E o terceiro capítulo, intitulado: Produção de alface (*Lactuca Sativa* L.) sob diferentes doses de biofertilizante gerado pela digestão anaeróbica de dejetos bovinos no Nordeste Paraense, trata do estudo experimental com diferentes dosagens do biofertilizante visando determinar qual dose promoverá maior produção de alface.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Jalcione. **Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, Jalcione; NAVARRO, Zander. Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. 3. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. p. 33-55.**

ALTIERI, Miguel. Sustainability and the rural poor: a Latin American perspective. In: ALLEN, P. **Food for the future.** New York: John Wiley & Sons, 1993. p.193-209.

ANDRADE, M. A. N.; et al. **Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental.** Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n4v1/030.pdf>> Acesso em: 30/09/2015.

CLASSEN, P.A.M; Lier, J.B.; STARMS, A.J.M. – **Utilization of biomass for supply of energy**, 1999.

MIRANDA, S. B. **Contribuição de Quintais Agroflorestais para a Segurança Alimentar de Agricultores Familiares no Baixo Irituia, Nordeste Paraense.** 2011. 104 p. Dissertação de Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal do Pará, Belém-PA. Belém, PA.

Síntese de indicadores sociais : uma análise das condições de vida da população brasileira : 2015 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 137p. - (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, ISSN 1516-3296 ; n. 35).

WEISHEIMER, Nilson. Desenvolvimento Rural, Capitalismo e Agricultura Familiar. **Olhares Sociais.** Vol. 2. janeiro-junho de 2013: 51-78p.

CAPITULO I

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

**CASTANHAL – PA
2018**

5. BIODIGESTORES

Biodigestores são tecnologias que normalmente são empregadas com a finalidade de induzir a fermentação da matéria orgânica. Em determinadas ocasiões, podem ser classificados como efluentes, no caso dos dejetos provenientes da criação de porcos, gado, aves, peixes, etc. Para Turdera e Yura (2006), os biodigestores consistem em câmaras fechadas onde são depositadas algum tipo de biomassa, a qual irá ser fermentada anaeróbicamente gerando o biogás e o biofertilizante, que podem ser utilizados nos mais variados fins, como por exemplo: 1) o biogás, que pode ser empregado na geração de energia e 2) o biofertilizante, que pode ser usado adubação de agriculturas.

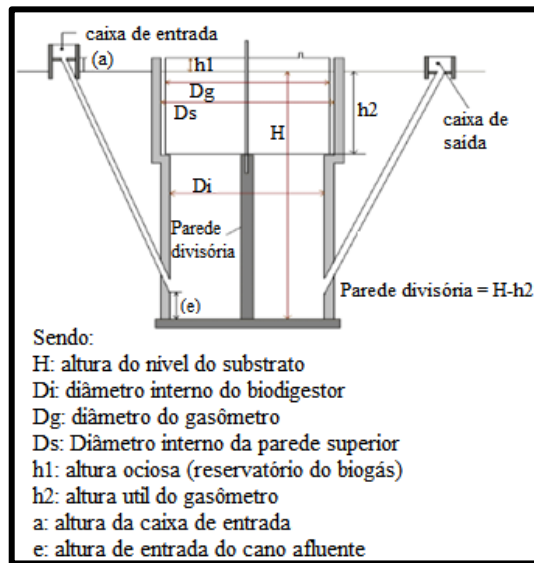
5.1. MODELOS DE BIODIGESTORES

Atualmente, existem diversos tipos de modelos de biodigestores utilizados em propriedades rurais, os quais são adaptados de acordo com as necessidades e especificações do produtor, sendo que os principais e mais utilizados são:

- **Modelo Indiano**

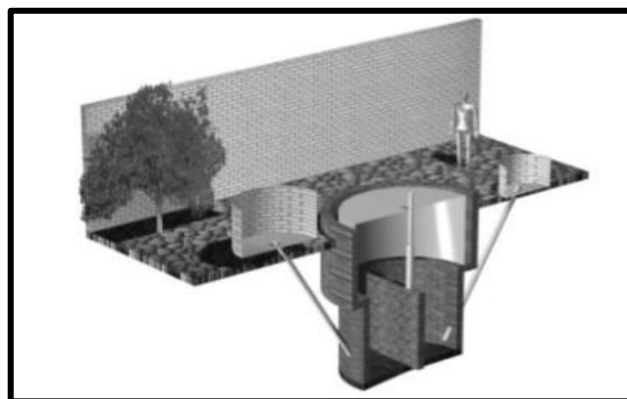
O biodigestor do tipo Indiano é caracterizado por seu funcionamento ser do tipo contínuo e possuir uma campânula móvel em sua parte superior de material impermeável e rígido, responsável pelo armazenamento do biogás (gasômetro). Este tipo de biodigestor, conforme se pode observar nas figuras 1.1 e 1.2, consiste em uma câmara de digestão, a qual é construída abaixo do nível do solo ou ao nível do solo, podendo ter sua construção em alvenaria, concreto ou aço (OLIVEIRA, 2009).

Figura 5.1: Biodigestor do tipo indiano.



Fonte: OLIVEIRA, 2009.

Figura 5.2: Representação tridimensional em corte do biodigestor tipo indiano -
Representação tridimensional em corte do biodigestor tipo indiano.

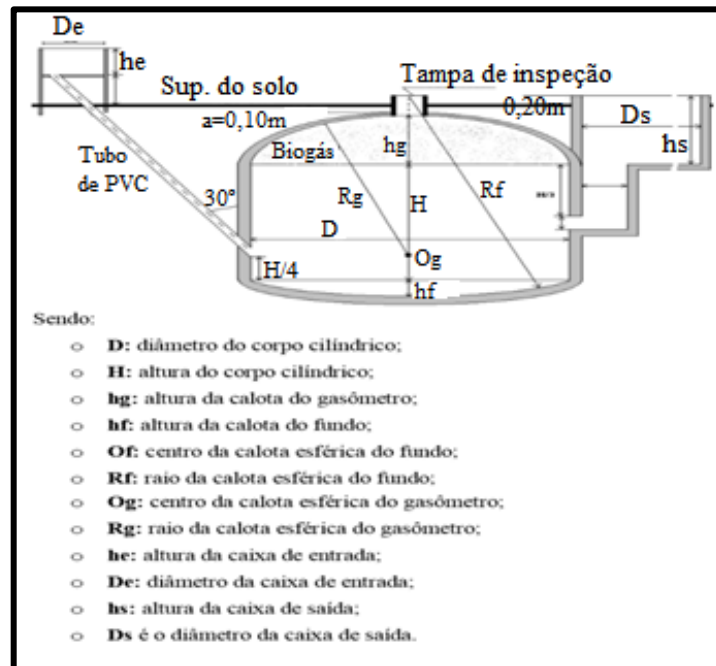


Fonte: OLIVEIRA, 2009.

- **Modelo Chinês:**

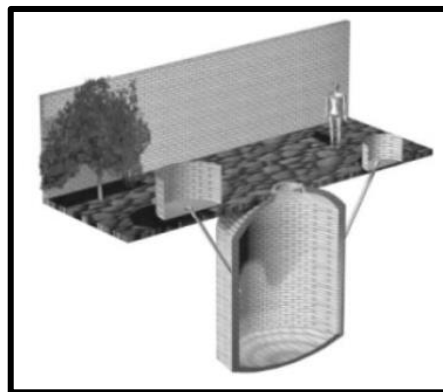
O modelo de Biodigestor do tipo Chinês, figuras 1.3 e 1.4, possui uma única câmara cilíndrica, para fermentação com o teto em forma de abóbada, onde o gás fica retido. Este modelo não ocupa muito espaço e é construído abaixo do nível do solo podendo ser feito em alvenaria ou concreto, possibilitando a utilização do terreno a sua volta. Não há presença de gasômetro como no tipo indiano, o que diminui o custo de implantação, devido ao fato de que neste tipo de biodigestor o próprio biofertilizante que é gerado serve como peso, fazendo com que o gás saia sobre pressão (ROMA, 2003).

Figura 5.3: Biodigestor do tipo Chinês.



Fonte: OLIVEIRA, 2009.

Figura 5.4: Representação tridimensional em corte do biodigestor tipo Chinês.



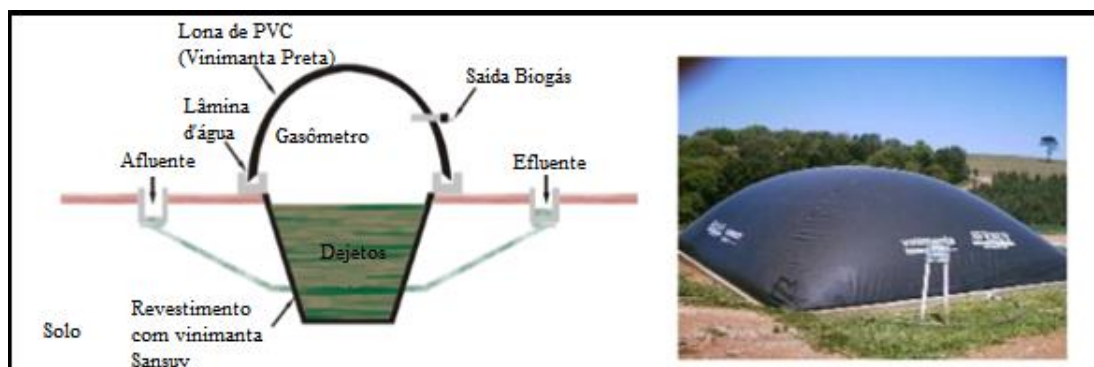
Fonte: OLIVEIRA, 2009.

• **Modelo da Marinha**

O biodigestor do tipo Marinha Brasileira foi confeccionado na década de 70 pelo Instituto de Pesquisa da Marinha do Brasil (IPqM). Este tipo de biodigestor, como se pode visualizar na figura 1.5, deve ser localizado abaixo do nível do solo para evitar bruscas variações de temperatura, e tem como características uma base quadrangular, sendo mais raso e longo, com paredes de alvenaria revestidas por lona impermeável e uma cúpula de lona preta também impermeável, esta lona é do tipo PVC, que infla de acordo com a produção do

Biogás. Devido o modelo de sua construção, este tipo de biodigestor gera uma maior produtividade do biogás e necessita de uma área superficial grande, (OLIVEIRA, 2009).

Figura 5.5: Representação de um biodigestor do modelo marinha

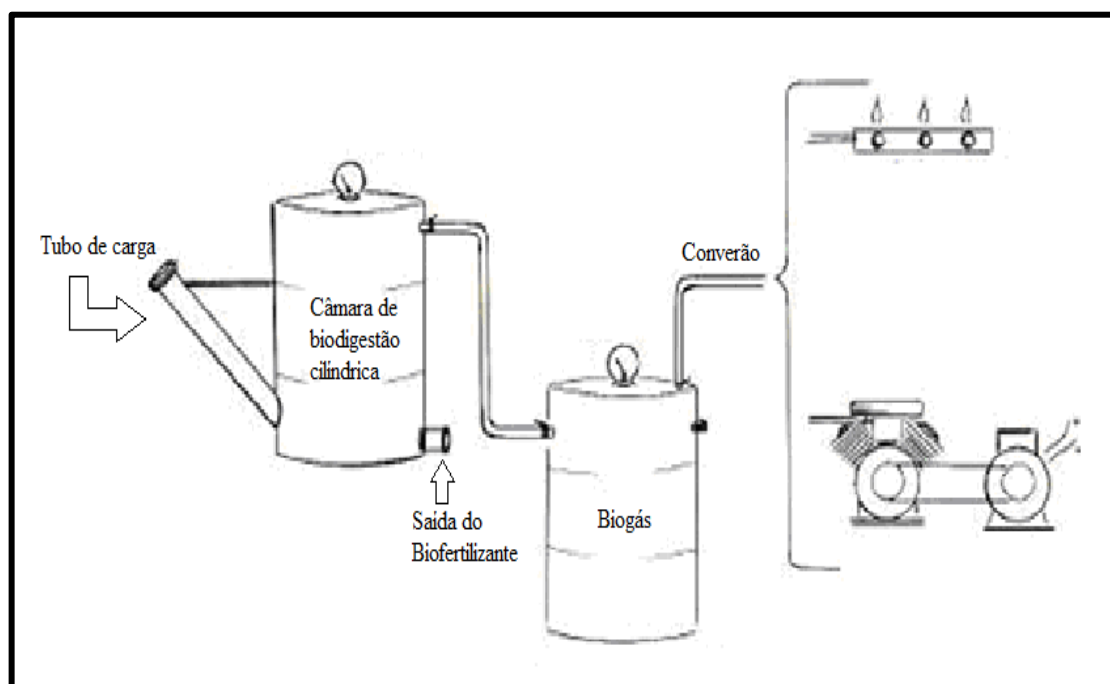


Fonte: OLIVEIRA, 2009.

- **Modelo Caseiro**

O biodigestor caseiro, figura 1.6, possui pequenas proporções, sendo necessário pouco abastecimento. Sua construção é simples, com preço reduzido, pois é feito a partir de um tambor de 200 litros (L) e materiais de baixo custo encontrados em lojas de matérias de construção (ARRUDA, 2002).

Figura 5.6: Modelo de biodigestor tipo caseiro.



Fonte: ARRUDA, 2002.

- **Funcionamento Tipo Batelada**

Os biodigestores em batelada recebem um carregamento de matéria orgânica, que só é substituído após um período adequado à digestão de todo o lote, também pode ser chamado de descontínuos, devido ao fato de que este tipo de funcionamento só produz biogás durante um certo período de tempo, sendo interrompido para a descarga do material fermentado e sendo novamente recarregado (OLIVEIRA, 2009). O seu funcionamento ocorre da seguinte forma: a biomassa utilizada no biodigestor é inserida em uma câmara fechada e selada, possuindo somente uma saída para o biogás, podendo este gás ser armazenado em outro recipiente próprio para posterior utilização. Em seguida, após a verificação do encerramento da produção de biogás é feita a limpeza da câmara e um novo carregamento de biomassa é realizado tendo como resultado uma nova produção de biogás (OLIVEIRA, 2009).

- **Funcionamento Tipo Contínuo**

Os biodigestores contínuos são construídos de tal forma que podem ser abastecidos diariamente, permitindo que a cada entrada de material orgânico a ser processado exista uma saída de material já processado, sendo que estes quando operados corretamente geram o biogás constantemente (TURDERA e YURA, 2006).

1.2. BIOMASSA

É a matéria resultante da decomposição de materiais orgânicos, tais como: restos e sobras de alimentos, resíduos agrícolas, esterco, etc. Quando esse material é biodegradado por Archaea metanogênicas, é usado para gerar biogás, majoritariamente formado por dióxido de carbono e metano, sendo que este possui um grande potencial energético. A utilização desta biomassa na produção de energia gera baixo impacto negativo e se encontra em abundância no meio ambiente. Assim, a produção de energia através da biomassa contribui para o desenvolvimento sustentável, pois ajuda na mitigação do aquecimento global (PAGLIARI, 2008).

1.3. BIOGÁS

Por biogás entende-se uma mistura gasosa criada através da decomposição da matéria orgânica em meio anaeróbio. Com a importância que o desenvolvimento sustentável tem em nossa época, a utilização de biodigestores para geração de energia tem grandes chances de se tornar um processo que pode ser amplamente utilizado no Brasil, e não somente em áreas rurais, diversificando a matriz energética brasileira e transformando resíduos que iriam trazer impactos negativos no meio ambiente. Coldebela (2004) relata que a utilização do biogás

como insumo energético, deve-se principalmente ao gás metano (CH_4), que pode obter um poder calorífico de aproximadamente 9,9 kWh/m³, já o biogás, como produto final da biodigestão e contando com um teor de metano entre 50 e 80%, terá um poder calorífico entre 4,95 e 7,92 kWh/m³. O biogás pode ser utilizado diretamente no final do processo para gerar energia térmica (aquecimento e cozimento), ou para gerar energia elétrica com o uso de transformadores. A tabela 1 apresenta valores comparativos de 1m³ de biogás com outros combustíveis.

Tabela 1 - Dados comparativos de 1m³ de Biogás com outros tipos de energia.

Combustível	1m³ de biogás equivale a
Gasolina	0,61 Litros
Querosene	0,57 Litros
Óleo diesel	0,55 Litros
Gás liquefeito (GLP)	0,45 kg
Álcool combustível	0,79 Litros
Lenha	1,538 kg
Energia elétrica	1,428 kwh

Fonte: DEGANUTTI, 2002.

1.4 CARACTERÍSTICAS DO BIOGÁS

O biogás é composto basicamente de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio, também conhecidos como gases traços devido estarem presentes em concentrações baixas (WEREKO-BROBBY, 2000). A quantidade em que esses gases podem ocorrer na mistura de gases é apresentada na tabela 2.

Tabela 2 – Composição media do Biogás.

Constituinte	Composição
Metano	50-75 vol. %
Gás Carbônico	25-45 vol. %
Nitrogênio	< 2 vol. %
Hidrogênio	< 1 vol. %
Oxigênio	< 2 vol. %

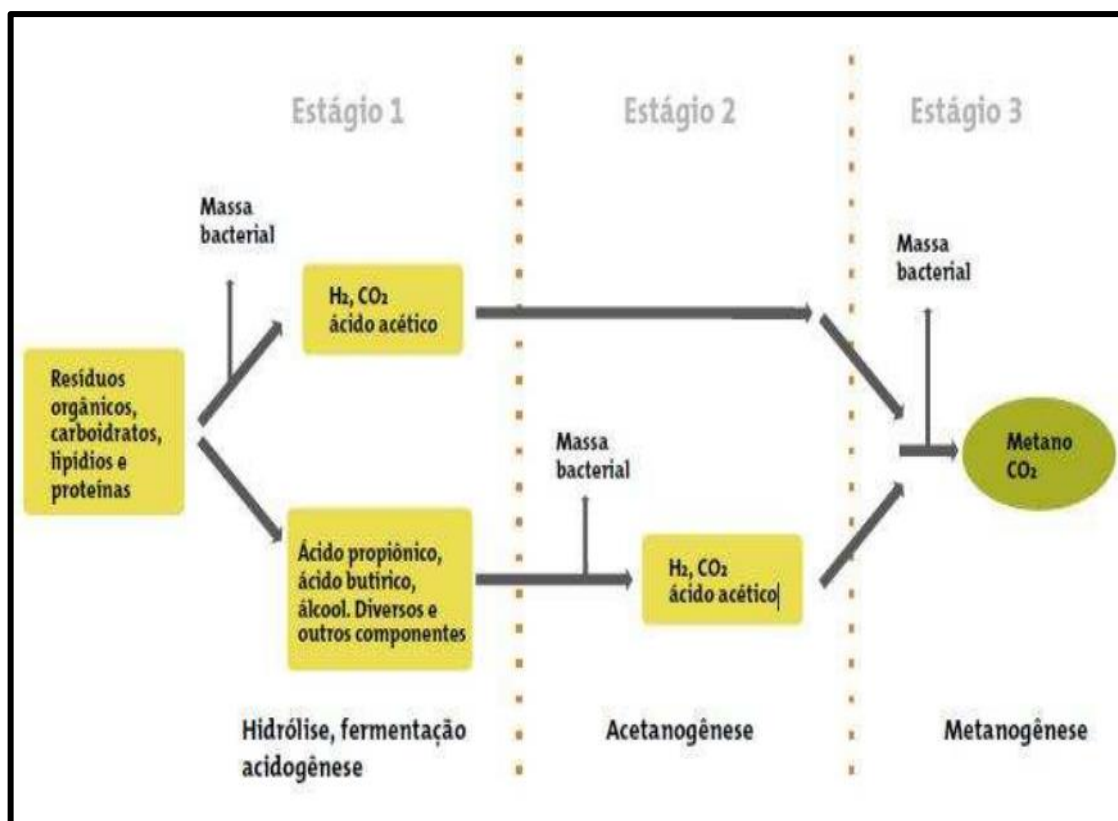
Gás Sulfídrico	20 a 20000 ppm
----------------	----------------

Fonte: Kaltschmitt e Hartmann (2001).

De acordo com Magalhães (1986), de todos os gases que compõem o biogás, dois merecem atenção especial, pois são considerados como os principais problemas na viabilização do processo de armazenamento e produção de energia através de biodigestores, são esses o gás carbônico e o gás sulfídrico. O gás carbônico interfere na qualidade do biogás, pois se estiver em grande quantidade irá inviabilizar a queima, já o gás sulfídrico causa problemas de corrosão no armazenamento e no processo de condução do biogás até sua utilização ou transformação em fonte de energia elétrica ou térmica.

De acordo com Sosa et al., (2004), para a produção deste biogás é necessária a atuação de bactérias que irão realizar a digestão anaeróbica da matéria orgânica dentro do biodigestor, no qual ele dividiu em três estágios, conforme apresentado na Figura 1.7.

Figura 5.7: Fases da produção do biogás.



Fonte: PRATI, 2010.

Durante a hidrólise, a matéria orgânica é transformada em moléculas menores por ação das bactérias hidrolíticas. Elas transformam proteínas em peptídeos e aminoácidos, polissacarídeos em monossacarídeos, e gorduras em ácidos graxos, através de enzimas extracelulares, como a protease, a amilase e a lipase. As bactérias fermentativas, também presentes nessa fase, irão transformar esses produtos em ácidos solúveis (ácido propiônico e butírico), alcoóis e outros compostos (SOSA *et al.*, 2004).

Já na segunda fase, conhecida como fase ácida, bactérias acetogênicas vão transformar os componentes obtidos na primeira fase em ácido acético (CH_3COOH), hidrogênio e dióxido de carbono (SOSA *et al.*, 2004).

E somente na metanogênese, terceira e última etapa da produção do biogás, que o metano é formado. As Archaea metanogênicas, responsáveis pela geração de metano, agem transformando o hidrogênio, o dióxido de carbono e o ácido acético (CH_3COOH) em metano e dióxido de carbono (SOSA *et al.*, 2004).

1.5. PARÂMETROS NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Os principais parâmetros para a produção do biogás são a acidez e a temperatura que o substrato do processo terá. As bactérias que produzem metano sobrevivem numa faixa variável de pH entre 6,5 e 8,0. Ou seja, enquanto as bactérias presentes nas fases um e dois da digestão anaeróbia produzem ácidos, as Archaea metanogênicas presentes na última fase irão consumir esses ácidos, mantendo assim o meio neutro. No que diz respeito à temperatura, as Archaea metanogênicas são extremamente sensíveis a mudanças que podem acontecer no meio. Essas bactérias são mesófilas e vivem entre 35 a 45 °C. Grandes mudanças de temperatura podem fazer com que as Archaea metanogênicas não sobrevivam até o final do processo, o que acarretaria na diminuição considerável da produção do metano (SOSA *et al.*, 2004).

1.6 BIOFERTILIZANTE

Após a biomassa passar pelo biodigestor ela sai sob a forma líquida, sendo rica em material orgânico e com uma enorme capacidade de fertilização. O biofertilizante é capaz de melhorar consideravelmente as características químicas, físicas e biológicas do solo, devido principalmente aos seguintes aspectos: diminuição no teor de carbono do material, pois a matéria orgânica ao ser digerida perde exclusivamente carbono na forma de CH_4 e CO_2 ;

aumento o teor de nitrogênio e demais nutrientes, em consequência da perda do carbono e diminuição na relação C/N da matéria orgânica (ZACHOW, 2000).

O teor de nutrientes presente no biofertilizante depende fundamentalmente do material a ser utilizado. Em média, o biofertilizante possui pH médio de 6,9; 0,7% de Nitrogênio; 0,5% de Fósforo e 0,7% de K (SOBRINHO e SILVA, 2018).

É possível, logicamente, usar adubos químicos em lugar da matéria orgânica, mas estes não podem suprir as qualidades físicas e biológicas fornecidas pelo biofertilizante. Ao fazer o uso desse material, o agricultor deixa de ser refém do uso de defensivos agrícolas, que além de poluírem o solo, eliminam os predadores naturais das pragas, criando a necessidade de novos defensivos a serem aplicados, o que dá início a um ciclo vicioso que só prejudica o meio ambiente, a espécie cultivada e o homem (GASPAR, 2003).

Neste sentido, algumas vantagens são atribuídas ao uso do biofertilizante, entre elas destacam-se, o aumento da capacidade nutricional do solo e melhoria de suas características biológicas, o que contribui para o fortalecimento de uma produtividade economicamente viável, ou seja, diminuição de custo com aquisição de adubos químicos aliados ao aumento da receita da atividade agrícola (MARROCOS, 2011).

A eficiência do biofertilizante é proporcionada pela sua melhor fixação junto ao solo, que ocasiona um aumento da disponibilidade de nitrogênio e demais nutrientes. Além disso, os nutrientes do biofertilizante tornam-se mais solúveis, por exemplo, o nitrogênio amoniacal, esta característica facilita a assimilação de nutrientes pelo sistema radicular dos vegetais (ROYA, 2011).

O carbono contido no húmus do biofertilizante pode auxiliar na revitalização de solos, pois se trata de um elemento essencial para nutrição de sua microbiota. Sendo assim, sobre uma perspectiva ambiental, a utilização de biofertilizantes contribui para ciclagem dos nutrientes e atua na renovação do estoque de carbono nos solos (BLEY JÚNIOR, 2015).

1.7. AGRICULTURA FAMILIAR E TECNOLOGIA DE GESTÃO

Aos meados de 1960 um novo modelo de produção na agricultura começou a ganhar força, a chamada “Revolução Verde” que tinha como argumento acabar com a fome no mundo. Esse modelo foi marcado pelo avanço nas inovações tecnológicas na agricultura para a obtenção de uma maior produtividade através do desenvolvimento de pesquisas em sementes, fertilização do solo, utilização de agrotóxicos e mecanização no campo que aumentassem a produtividade. Porém, apesar de todo esse desenvolvimento, sabe-se que a fome no mundo infelizmente ainda não acabou e que esse modelo da Revolução Verde vem

trazendo significativos impactos ambientais negativos, como o esgotamento prematuro dos solos, a contaminação dos recursos hídricos, o desmatamento e inúmeros problemas sociais.

De acordo com Ploeg (2008), a disseminação desse modelo de produção criou o “empresário agrícola” o qual possui um alto grau de mercantilização, sua unidade agrícola é administrada de forma empresarial, suas atividades são orientadas para as mais rentáveis na procura da maximização dos lucros e possuem um alto grau de mecanização. O que vai de contra as características clássicas da fazenda familiar camponesa que possuem autonomia, autossuficiência e o ciclo demográfico. Com isso, este novo modelo de produção fez com que diminuísse o número de unidades de produção familiares, pois os mais capitalizados tiveram acesso a créditos e aumentaram o número de estabelecimentos e a porcentagem de área ocupada, de forma que os camponeses foram relegados para lugares remotos, escondidos na história e na periferia; ocasionando a intensificação da desigualdade e a pobreza no campo, além de desconsiderar e desclassificar os camponeses e os conhecimentos tradicionais que estes detêm.

É preciso reconhecer também que mesmo atualmente, muito pouco tem sido feito em termos de desenvolvimento de técnicas de gestão que contemplem as particularidades da agricultura familiar. Segundo Batalha (2017): “O baixo nível tecnológico dos agricultores familiares brasileiros não pode ser explicado apenas pela falta de tecnologia adequada; ao contrário, em muitos casos, mesmo quando a tecnologia está disponível, esta não se transforma em inovação devido à falta de capacidade e condições para inovar”.

Segundo o IBGE (2015) a Região Norte do Brasil, apresenta uma situação extremamente insatisfatória no que diz respeito à eletrificação rural, pois possui o menor acesso a energia elétrica, quando comparada as demais regiões do Brasil. Nestes domicílios rurais são os derivados do petróleo que predominam como fontes energéticas, enquanto a lenha é largamente consumida como combustível para usos domésticos. No entanto, grandes quantidades de dejetos animais e resíduos de agricultura se acumulam constituindo, muitas vezes, indesejáveis fontes de poluição.

No entanto, apesar de toda dificuldade enfrentada pela produção da agricultura familiar, como a falta de créditos, incentivos e acesso a tecnologias, estas são responsáveis por cerca de 10% do produto interno bruto (PIB) do Brasil, entre os anos de 1995 a 2005 (SANTANA, 2008). Logo a agricultura familiar pode ser vista como uma boa estratégia para o desenvolvimento do país, pois é responsável por uma das principais fontes de abastecimento de alimentos do mercado interno (MIRANDA, 2011).

Uma alternativa viável para a mitigação destes problemas seria uma maior difusão das tecnologias dos biodigestores no meio rural e um maior investimento na pesquisa relacionada ao melhoramento dos seus subprodutos (biogás e biofertilizante), dada à simplicidade operacional e o baixo investimento financeiro requerido para a sua implantação na geração de energia e de fertilizante orgânico. Na qual, segundo Alves (1980), essa energia poderá ser usada para a calefação doméstica, iluminação e, até mesmo, em substituição aos carburantes derivados do petróleo para acionar pequenos motores e bombas, necessários para o desempenho de inúmeras funções nas propriedades rurais. E o biofertilizante que pode ser utilizado na adubação para a produção e comercialização de hortaliças, a qual possui um papel importante para a atividade agrícola familiar contribuindo para o seu fortalecimento e garantindo sua sustentabilidade, pois além de possuir um mercado muito grande, necessita apenas de uma pequena extensão de terra, em relação a outras produções agrícolas e exige pouco conhecimento técnico e um baixo nível de investimento para se iniciar o cultivo (FAULIN e AZEVEDO, 2003).

1.8. CULTURA DO ALFACE

Segundo Lindqvist (1960b) e Whitaker (1974) o provável cerne de origem da alface (*Lactuca sativa* L.) é a região da Bacia do Mediterrâneo. As primeiras indicações de sua utilização datam de 4.500 anos a.C. em pinturas nos túmulos do Egito (apud HOTTA, 2008). Segundo Meirelles (1998) esta hortaliça foi trazida para o Brasil pelos portugueses no início do século XVI. Ao longo dos anos essa espécie vegetal foi sendo valorizada e se tornando um dos principais constituintes da salada consumida pelos brasileiros.

A botânica e morfologia da alface segundo Filgueira (2003) é de que esta planta é uma herbácea, com caule diminuto que se prendem as folhas e que crescem em roseta, em volta do caule, sendo essa a parte comestível da planta. A coloração das plantas podem variar do verde-amarelado até o verde escuro e também pode ser roxa, dependendo da cultivar, e são essas características que determinam a preferência do consumidor. Seu sistema radicular é ramificado e superficial, em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir até 0,60m de profundidade, porém quando a cultura é transplantada, atinge aproximadamente os primeiros 0,25m do solo.

O cultivo é realizado, normalmente, com um espaçamento entre 0,20 a 0,30 m x 0,20 a 0,30 m, de acordo com as características botânicas de cada cultivar, podendo ser plantada o ano todo. A colheita pode ser efetuada quando a planta atingir o desenvolvimento máximo, dependendo do sistema (semeadura direta ou transplante de mudas) e época do plantio. Em

geral esta colheita é feita aproximadamente entre 50 e 70 dias após a semeadura. A colheita é manual, cortando-se as plantas logo abaixo das folhas basais (TRANI, 2005).

O solo deve ser rico em matéria orgânica para o cultivo desta hortaliça e com boa disponibilidade de nutrientes. Logo, para se obter uma maior produtividade, é necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo (SOUZA et al., 2005).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. de M. et al. **Biogás, uma alternativa de energia no meio rural**. Belém 23p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea. 4). . EMBRAPA-CPATU. 1980.
- ARRUDA, M. H, AMARAL, L. P, PIRES, O. P. J, BARUFI, C. R. V. Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa. **Revista científica de agronomia da Faculdade de Agronomia e engenharia florestal**, Garça, ano I. nº 2, dez. 2002.
- BATALHA, M. O. et al. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. **Revista SOBER**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/02O122.pdf>. Acesso em: 13/03/2017.
- BLEY JÚNIOR, C. **Biogás: a energia invisível**. 2ª ED. São Paulo: CIBiogás; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2015.
- COLDEBELLA, A. **Viabilidade da cogeração de energia elétrica com biogás da bovinocultura de leite..** 9f. Dissertação (Mestrado em engenharia Agrícola) -Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel – PR 2004.
- DEGANUTTI, R, et al. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada**. In: 40 encontro de energia meio rural. São Paulo,. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. UNESP. São Paulo, 2002.
- FAULIN, E. J.; AZEVEDO, P. F. Distribuição de hortaliças na agricultura familiar: uma análise das transações. **Informações Econômicas**, SP, v.33, n.11, nov. 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 402p.
- GASPAR, Rita M. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- HOTTA, L. F. K. **Interação de progênies de alface do grupo americano por épocas de cultivo, 87p**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, 2008.

MAGALHÃES, A. P. T., – **Biogás: um projeto de saneamento urbano**, 1986.

MARROCOS, S. T. P. **Composição de biofertilizante e sua utilização via fertirrigação em meloeiro**. 2011. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Tratos Culturais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2011.

MIRANDA, S. B. **Contribuição de Quintais Agroflorestais para a Segurança Alimentar de Agricultores Familiares no Baixo Irituia, Nordeste Paraense**. 2011. 104 p. Dissertação de Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal do Pará, Belém-PA. Belém, PA.

OLIVEIRA, R. D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouros e as possibilidades no mercado de carbono**. 2009.

OLIVEIRA, R. D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouros e as possibilidades no mercado de carbono**. 2009.

PAGLIARI, Patrick. C. 2008: **Energia Solar, Eólica, Hidráulica, Biomassa, Geotérmica e Maremotriz**. Home Page: www.energiarenovavel.org. Acesso em: 10/2010.

PLOEG, Jan Douwe van der. **Camponeses e impérios alimentares: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização**. Trad. Rita Pereira. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 372 p. capítulo 2.

PRATI, L. **Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás Gerado por Biodigestores**. 2010. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ROMA, P. H. **Biodigestor: Alternativa para o manejo do lixo em áreas ecoturísticas**. 2003.

ROYA, B. et. al. Biogás: uma energia limpa. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 13, p. 142 – 149, 2011.

SANTANA, D. R. M. de M. **Estudo De Casos Na Microrregião Bragantina Do Nordeste Paraense - Pa: Alternativas As Práticas Tradicionais Da Agricultura Familiar**.

GRADUANDO: ORIENTADOR: David Vilas Boas Campos. Monografia apresentada ao Instituto de Florestas da Universidade. Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Florestal. Seropédica-RJ. Julho/2008.

Síntese de indicadores sociais : uma análise das condições de vida da população brasileira : 2015 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 137p. - (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, ISSN 1516-3296 ; n. 35).

SOBRINHO, D. C. A.; SILVA, L. M da. Produção de biomassa de coentro sob doses crescentes de biofertilizantes líquido no Campus Castanhal, IFPA, Pará. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Castanhal, 2018.

SOSA, R.; Chao, R.; Río, del J. – **Aspectos Bioquímicos y Tecnológicos del Tratamiento de Residuales Agrícolas con Producción de Biogás**, 2004.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; et al. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.3, p. 754-757, jul-set, 2005.

TRANI, Paulo Espíndola et al. **Hortaliças: Alface (*Lactuca sativa* L.)**. Instituto Agrônômico – IAC Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Horticultura. Boletim 200. 2005.

TURDERA, M. V., YURA, D. **ESTUDO DA VIABILIDADE DE UM BIODIGESTOR NO MUNICÍPIO DE DOURADOS**, 2006.

WEREKO-BROBBY, C. Y., HAGEN, E.B. – **Biomass conversion and technology**, 2000.

ZACHOW, C. R. Biogás. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI, Panambi, 2000.

CAPITULO II

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO BIOGÁS PARA USO NA AGICULTURA FAMILIAR NO NORDESTE PARAENSE

**CASTANHAL-PA
2018**

1. INTRODUÇÃO

Na Idade Média, corpos hídricos e correntes atmosféricas foram amplamente utilizados como moinhos e derivados para suprir a demanda de energia, porém, com o grande crescimento das cidades e da população estes métodos se tornaram insuficientes. Passada a revolução industrial, foi preciso se usar ainda mais combustíveis como petróleo, gás e carvão, que tem um alto custo de produção e transporte até centros consumidores e alto índice de poluição (GOLDEMBERG e LUCON, 2007).

Após o século 18, teve início a utilização massiva dos combustíveis fósseis para a obtenção de eletricidade. Sejam em termelétricas ou abastecendo veículos, o uso dessas fontes de energia geram impactos para o meio ambiente e para o homem. Segundo Classen; Lier; Starms (1999), a produção de energia elétrica através da queima de combustíveis fósseis é considerada a mais poluente, pois geram resíduos como óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono, dentre outros.

Logo, surge a necessidade de se conseguir novas formas para se obter energia elétrica e garantir conforto e qualidade de vida para a sociedade. O homem está em constante busca por tecnologias e métodos que forneçam energia sem a geração de impactos, a chamada “energia limpa”. As tecnologias a base de fontes renováveis são interessantes, não só devido às vantagens que trazem para o meio ambiente, mas também para a sociedade e a economia.

A possibilidade de criar modelos descentralizados de geração de energia elétrica em pequena escala é fundamental para o desenvolvimento sustentável, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento. No interesse desses últimos, sobressaem as centrais que utilizam fontes renováveis e que não requerem alta tecnologia para instalação ou necessidade de técnicos especializados na instalação e no funcionamento (PRATI, 2010).

Nesse contexto, os biodigestores constituem uma ótima maneira de obtenção de energia de forma sustentável, pois eles apresentam grandes vantagens para a questão ambiental e econômica. No Brasil, os biodigestores estão presentes, em sua maioria, no meio rural, onde apresenta como vantagens a degradação da matéria orgânica oriunda de dejetos animais, redução dos odores, diminuição de patógenos, redução de coliformes superior a 99%, e principalmente a possibilidade de aproveitamento do biogás produzido e o uso do lodo gerado como fertilizante (METZ, 2013).

No entanto, apesar do grande desenvolvimento das tecnologias anaeróbias, ocorrido nos últimos 40 anos, o aproveitamento energético do metano ainda não se concretizou. O novo cenário de escassez de energia elétrica no Brasil e o crescente apelo pelas preocupações ambientais locais e globais poderão dar novo impulso a sua utilização, pois os impactos

ambientais devido às emissões de CH₄ em termos do Potencial de Aquecimento Global (GWP) para 100 anos, são cerca de 21 vezes maiores que os de CO₂.

Nesse contexto é necessário que se invista e se aproveite mais o potencial da utilização desses resíduos e dejetos na produção de energia, entretanto sabe-se que esse potencial é pequeno quando comparado com o potencial hidrelétrico brasileiro e com as demandas de energia do país, porém, deve-se lembrar de que este biogás está sendo desperdiçado e, o que é pior, está causando sérios impactos ambientais (ANDRADE, et al., 2015).

Outra problemática é o acesso à energia elétrica no meio rural, sua expansão tem sido alvo de políticas públicas, porem ainda se observa uma quantidade significativa de agricultores que ainda não possuem energia elétrica em suas residências. A maior restrição ao acesso à energia elétrica entre os domicílios do meio rural encontra-se na Região Norte, onde 8% dos domicílios rurais não possuem acesso à energia elétrica, refletindo as condições sociais e geográficas da região (IBGE, 2015).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015), a região Norte entre os anos de 2004 e 2014 é a região que mais sofre com a ausência de energia elétrica no meio rural, explicitando a importância de projetos que visem atender a essa necessidade dos agricultores familiares para aumentarem a sua produção como, por exemplo, com a utilização de equipamentos de irrigação, diminuindo o custo de produção nessas residências, incluindo, até mesmo, aquelas que já possuem a energia elétrica, pois podem fazer a substituição da energia fornecida da concessionária pelo uso do biogás, que além de gerar energia elétrica pode ser utilizado como energia térmica substituindo o gás de cozinha e diminuindo o custo com a fervura do leite, por exemplo, e com o cozimento de seus próprios alimentos.

Com isso, este trabalho visa à construção de um biodigestor anaeróbio e um filtro purificador de biogás, para a realização da análise química do biogás gerado, para possível aumento da qualidade desse produto e tornando-os insumos do processo produtivo do agricultor familiar, fazendo com que este seja mais autônomo. Sendo uma alternativa para as questões ambientais, pois utiliza resíduos que seriam dispensados como lixo para a geração de energia renovável e cujo índice de poluição é baixo quando comparado aos combustíveis fósseis, além de poder gerar viabilidade econômica na complementação do GLP pelo biogás no cozimento de alimentos e na geração de energia elétrica.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade do biogás produzido através da biodigestão anaeróbica de dejetos bovinos, para utilização na agricultura familiar e permitir que o biodigestor construído ajude no processo de qualificação de agricultores(as) e estudantes do IFPA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

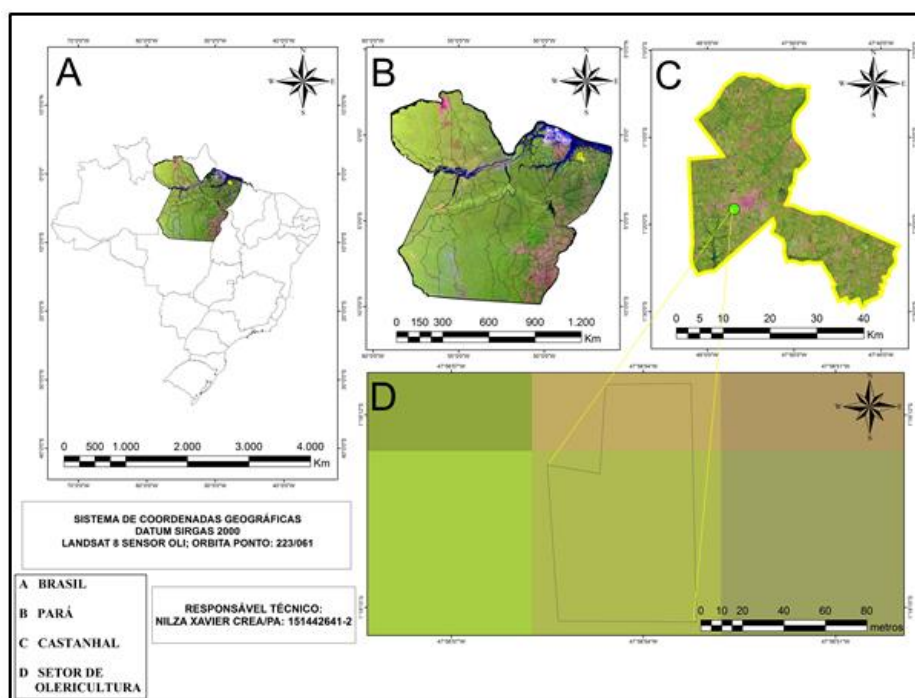
- Construir um biodigestor alternativo;
- Desenvolver um filtro purificador de biogás;
- Analisar quimicamente o biogás produzido sem filtragem e com filtragem;
- Promover um curso de qualificação técnica para os agricultores familiares do Nordeste Paraense sobre a construção e operacionalização dos biodigestores, tendo como finalidade o uso do biogás e do biofertilizante.

7. METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa de campo será desenvolvida no Instituto Federal do Pará - IFPA, Campus Castanhal, no setor de Olericultura com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude $1^{\circ}18'15.22''$ S e Longitude $47^{\circ}56'53.17''$ O, conforme a figura 2.1.

Figura 2.1: Localização do setor de Olericultura



3.2. TIPO E TÉCNICAS DE PESQUISA

O tipo de pesquisa quanto à abordagem é quantitativa, pois de acordo com Fonseca (2002, p. 20), esse tipo de abordagem permite que os dados sejam quantificados, centrando-se na objetividade e recorrendo à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. O que corresponde com esta pesquisa que consiste na análise dos dados quantitativo dos tipos de gases presente no biogás no qual há a necessidade da utilização de fórmulas matemáticas para esta mensuração.

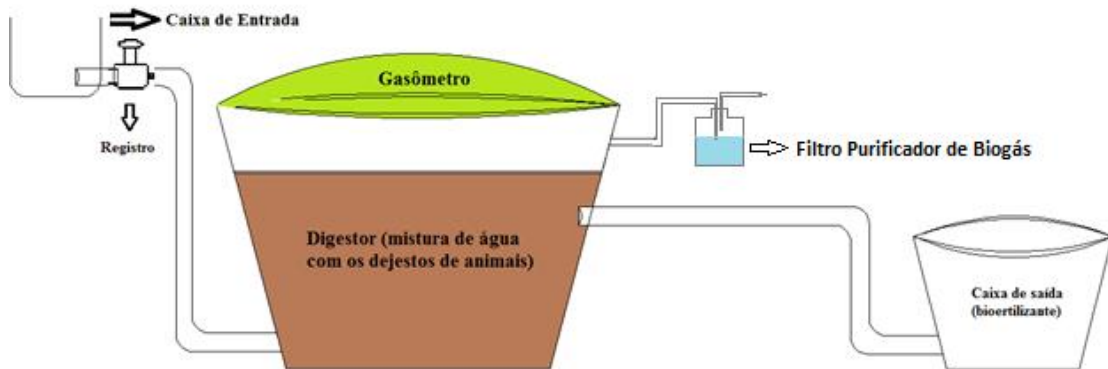
Já quanto ao procedimento temos que esta pesquisa se caracteriza como experimental e de campo, pois para Gil, 2007 a pesquisa experimental, consiste em determinar um objeto de estudo, no caso o Biodigestor, e selecionar as suas variáveis que seriam capazes de influenciá-lo (como o tipo de biomassa, tempo de detenção hidráulica temperatura, pH, dentre outros). E também de campo, visto que de acordo com Fonseca (2002) e Thiollent (1988), a pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, o que condiz com esta pesquisa, devido ser realizado a análise do biogás e do biofertilizante em uma propriedade rural e a produção de um curso de qualificação técnica envolvendo os agricultores familiares do Nordeste Paraense.

3.3. CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR

O Biodigestor construído foi segundo o modelo da marinha com algumas adaptações, do tipo contínuo e instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, campus Castanhal, no setor de Olericultura. A biomassa utilizada foi os dejetos bovinos obtidos da própria instituição.

O material predominante do biodigestor foi uma caixa d'água de 5.000 L, lona PVC e fabricação de um filtro purificador de biogás para remoção de CO₂ e vapor de água, além de tubos e conexões. Os tipos dos materiais utilizados foram de PVC, para evitar uma possível corrosão, conforme ilustrado nas figuras 2.2 e 2.3.

Figura 2.2: Layout do biodigestor.



Fonte: A autora.

Figura 2.3: Biodigestor modelo marinha com adaptações.



Fonte: A autora.

O filtro artesanal ilustrado na figura 3, foi fabricado utilizando uma garrafão PET de 5 Litros e com tubos PVC. Nesta garrafa foi inserido o hidróxido de sódio (NaOH) mais água para a remoção do Gás Carbônico (CO₂) e o vapor de água, pois o CO₂ reage com o NaOH para formar carbonato de sódio, como mostra a Equação 1 (SHAHID, M.; FAISAL, M, 2010).

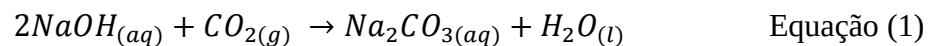


Figura 2.4: Filtro Purificador de Biogás.



Fonte: A autora.

3.4. COLETA DE BIOMASSA E OPERAÇÃO DO BIODIGESTOR

A coleta da biomassa consistiu na raspagem dos dejetos contidos no setor de Bovinocultura do campus, no setor de ordenha. O reator foi alimentado inicialmente segundo a recomendação de Comastri Filho (1981), com uma mistura homogênea (Esterco e água) na proporção de 1:1, ou seja, 1 litro (L) de água para cada 1 quilograma (Kg) de dejetos de animais. Após o abastecimento, a mistura ficou retida no biodigestor pelo período recomendado por Bley Júnior et al. (2009), o qual foi de 30 dias, para a degradação desta matéria orgânica. Após esse período, deu-se início a operação do biodigestor de maneira contínua, onde todos os dias são depositados 35 L de água e 35 Kg de esterco bovino seco.

3.5. MATERIAIS UTILIZADOS NA ANÁLISE DO BIOGÁS

Para a determinação dos componentes do biogás (Amônia, Gás Sulfídrico, Gás Carbônico e Metano), foi utilizado o kit portátil para análise de biogás, adquirido da empresa Alfakit, em parceria com a Embrapa Suínos e Aves. A metodologia utilizada foi a recomendada pelo “Manual de Análise de Biogás: método de análise química qualitativa e

quantitativa de gás”, de Kunz & Oliveira, 2009. Os materiais que compõem o kit podem ser observados na tabela 3 e na figura 2.5 podem ser visualizados os principais componentes.

Tabela 3. Materiais que compõem o kit do biogás.

Quantidade	Materiais
02	Saco amostrador
01	Seringa para NH_3
01	Seringa para H_2S
02	Seringas (5 ml)
02	Seringas para CO_2
01	Suporte analisador de CO_2
04	Cubetas plásticas
04	Cubetas de vidro
01	Suporte analisador de CO_2
1000 ml	Água desionizada
03	Reagentes para NH_3 (15ml)
02	Reagentes para H_2S (10 e 20 ml)
01	Solução pré-tratamento 1 (20 ml)
01	Solução pré-tratamento 2 (500 ml)

Figura 2.5: Materiais que compõem o kit do biogás.



Fonte: A autora.

Foram realizadas seis repetições das análises durante seis dias, sendo realizada uma a cada dia. A análise química foi realizada tanto no gás puro quanto no gás filtrado (filtro artesanal), para verificar a eficiência do purificador de biogás.

Na figura 2.6 é possível observar alguns dos principais instrumentos e procedimentos que foram realizados durante os experimentos.

3.6. ANÁLISE DAS CONCENTRAÇÕES DA AMOSTRA DE GÁS COLETADA

A determinação das concentrações de gás sulfídrico (H_2S) e também de amônia (NH_3) foram realizadas através de métodos colorimétricos, sendo eles, o método azul de metileno e azul de indofenol, respectivamente (KUNZ; SULZBACH, 2007). Nesse sentido, os procedimentos ocorrem da seguinte maneira, adiciona-se 10 ml de água destilada em uma cubeta de plástico com adição de duas gotas da solução pré-tratamento 1, em seguida homogeneizada. Transfere-se a solução para a seringa de gás sulfídrico até a marca de 5 ml. A seringa é conectada à mangueira do saco amostrador para retirar lentamente 5 ml da amostra de gás, adicionando-o à solução preparada.

Após a transferência veda-se o saco amostrador, e agita-se por 2 minutos a seringa no sentido horizontal, sem desconectá-la do saco amostrador. Em seguida, transfere-se a solução obtida para um frasco de vidro, adicionando 5 gotas da solução sulfeto 1, e duas gotas da solução sulfeto 2, sendo que, o frasco deve ser agitado no intervalo entre a adição dos reagentes com a finalidade de facilitar as reações químicas, e aguarda-se por 10 minutos para o desenvolvimento da cor azul, que indicará a concentração de gás sulfídrico na amostra, através de comparação visual com o padrão de cores contido na cartela para H_2S , que compõe o kit.

Para a determinação de Amônia utiliza-se uma seringa específica para esta análise, utilizando 5 ml restantes da solução pre-tratada, e 50 ml da amostra de gás presente no saco amostrador. Após agitada por dois minutos na seringa, a solução é transferida para o frasco de vidro, em seguida adiciona-se 3 gotas das soluções amônia endoteste 1, 2 e 3, agitando sempre no intervalo entre as adições dos reagentes. Conforme visualizado na figura 06, após a homogeneização aguarda-se 10 minutos para o desenvolvimento da cor, que será comparada com o padrão de cor da cartela específica para amônia, e indicará a concentração de amônia presente na amostra.

Para determinação da concentração de CO_2 e CH_4 pelo método orsat adaptado por Kunz e Sulzbach (2007), utiliza-se 10 ml da solução pré-tratamento 2, transferida para seringa

de CO₂, que é posicionada adequadamente ao suporte que compõe o kit do biogás, em seguida a mangueira do saco de amostra é conectada à válvula presente no suporte, com a finalidade de coletar 20 ml de biogás. Após coletado, desconecta-se a mangueira do saco, com os registros devidamente fechados, para que não haja perda de gás.

O equipamento é posicionado verticalmente a fim de transferir gás coletado da seringa de vidro para a seringa de plástico. Em seguida, vedam-se os registros e agita-se o equipamento, por dois minutos. O volume de gás, após agitado, é transferido novamente à seringa de vidro, para que somente o líquido da solução permaneça na seringa de plástico. A quantidade de gás transferido à seringa, representa a quantidade de gás carbônico em porcentagem (%) presente na amostra, verificada através da leitura da escala, presente no suporte analisador de CO₂, a quantidade de metano é determinada pela diferença desta concentração.

Figura 2.6: Coleta do biogás e análise química (A: Saco amostrador, com biogás; B: Suporte e seringa analisador de CO₂; C e D: Procedimento de análise de CO₂ e E: Procedimento de análise da Amônia e do Gás Sulfídrico).



Fonte: Adaptado do Manual de Análise de Biogás de Kunz & Oliveira, 2009.

3.7. DIA DE CAMPO PARA QUALIFICAÇÃO DE PRODUTORES RURAIS DO NORDESTE PARAENSE

No dia 03 de maio de 2018 foi realizado dia de campo no local onde foi construído o biodigestor para esta pesquisa (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal), a fim de qualificar os agricultores familiares para a construção e operacionalização dos biodigestores, tendo a finalidade o uso do biogás (produção de energia).

A ação contou com a presença de aproximadamente 50 participantes, sendo estes produtores rurais e alunos dos cursos de ciências agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal.

3.8. ANÁLISE DOS DADOS

As seis amostras dos gases coletadas no biodigestor foram submetidas a análise de variância e para análise das médias com resultados significativos, foi aplicado o teste t “student” para verificar se há diferença significativa entre o gás coletado na forma Bruta e Filtrada. As análises foram realizadas com o auxílio do software Assistat.

8. RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1. CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR

O biodigestor construído no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal, mostrou-se eficiente na produção de biogás a partir de esterco de bovinos. Ressalta-se que os materiais utilizados são de fácil obtenção (uma caixa d’água de 5.000 L, lona PVC, filtro purificador de biogás para remoção de CO₂ e vapor de água, além de tubos e conexões) e sua construção é relativamente simples, tornando possível a construção e utilização em propriedades rurais familiares no Nordeste Paraense.

A fim de evidenciar a presença do metano e o seu potencial calorífico, foi realizado um teste de queima. O procedimento foi realizado, abrindo a válvula de liberação do biogás do filtro e em seguida foi aceso um isqueiro na mesma direção. Na figura 2.6 é possível observar a chama gerada, comprovando a inflamabilidade do biogás.

Figura 2.7: Teste de Queima.



Fonte: A autora.

Esta experiência reforça a grande potencial do uso de biodigestores para geração de energia em propriedades rurais familiares, conforme recomendado em diversos estudos científicos, a exemplo de Kunz e Oliveira (2006); Barichello et al. (2015).

4.2 ANÁLISE DO BIOGÁS

- **Metano (CH_4)**

O teor de Metano (CH_4) observado foi de 67,5% na forma bruta e 78,3 % filtrado (Tabela 2). Não houve diferenças significativas do Metano na forma Bruta e filtrada. De acordo com Kaltschmitt e Hartmann (2001), os valores médios de metano variam entre 50% e 75%. Por ser o gás presente em maior quantidade e por conferir a característica de inflamável à mistura, estes resultados indicam que o biogás produzido neste estudo é de alta qualidade, haja vista que maiores concentrações de metano aumentam o poder calorífico e a geração de energia pelo biogás.

Tabela 4: Concentração de Gás Metano no Biogás CH_4 (%) em biogás produzido a partir de dejetos de bovinos por biodigestão anaeróbica no Nordeste Paraense.

Repetições	Gás Bruto - CH_4 (%)	Gás Filtrado - CH_4 (%)
------------	-------------------------------	----------------------------------

1	50	85
2	80	75
3	60	70
4	80	90
5	82,5	75
6	52,5	75
Média	67,5±15 a	78,3±7,5 a

Ao fazer um estudo qualiquantitativo do biogás produzido pelos seguintes substratos: 1- Esterco de aves de corte com cama de capim napier; 2 - Esterco de aves de corte com cama de capim napier triturado; 3 - Esterco suíno; 4 - Esterco bovino e 5 - Esterco de bovino misturado com 50% de bagaço de cana-de-açúcar, Galbiatti et al. (2010) constataram que o esterco bovino foi o substrato que promoveu a maior concentração total de Metano no Biogás, estando o teor deste gás diretamente relacionado com a maior qualidade do Biogás produzido.

- **Gás Carbônico (CO₂)**

No que se refere ao teor de Gás Carbônico (CO₂), os valores obtidos foram de 32,5% na forma bruta e 21,7% filtrado (Tabela 5). Estes resultados indicam que os teores deste gás estão dentro da média indicada por Magalhães (1986).

Tabela 5: Concentração de Gás Carbônico (CO₂ %) presente no biogás produzido a partir de dejetos de bovinos por biodigestão anaeróbica no Nordeste Paraense.

Repetições	Gás Bruto – CO₂ (%)	Gás Filtrado – CO₂ (%)
1	50	15
2	20	25
3	40	30
4	20	10
5	17,5	25
6	47,5	25
Média	32,5±15 a	21,7±7,5 a

Além do mais, observa-se também que a utilização do filtro reduziu cerca de 11% do teor deste gás, o que é importante, haja vista que o CO₂ torna a queima do biogás mais lenta, liberando menos calor (Pereira et al., 2018). Portanto a redução do gás carbônico favorece o aumento da concentração do gás metano e consequentemente a qualidade do biogás para geração de energia.

- **Gás Sulfídrico (H₂S)**

Quanto ao teor de Gás Sulfídrico (H₂S), observou-se 20,0 ppmV, antes e após o filtro (Tabela 4). O conteúdo deste gás está diretamente associado à quantidade de Enxofre presente no esterco. Em relação a produção deste gás, observou-se uma concentração mínima em comparação a outros gases, assim como constatado por Haack (2009) em estudo avaliando a concentração de ácido sulfídrico em biogás produzido por biodigestão de dejetos de caprino.

Tabela 6: Concentração de Gás Sulfídrico (H₂S – ppmV) no biogás produzido a partir de dejetos de bovinos por biodigestão anaeróbica no Nordeste Paraense.

Repetições	Gás Bruto - H ₂ S (ppmV)	Gás Filtrado - H ₂ S (ppmV)
1	20	20
2	20	20
3	20	20
4	20	20
5	20	20
6	20	20
Média	20,0±0,0 a	20,0±0,0 a

Os resultados de concentração de gás sulfídrico obtidos neste estudo está abaixo da média de concentração deste constituinte, de acordo com Kaltschmitt e Hartmann (2001). Logo, isso indica uma ótima qualidade do biogás produzido neste estudo, haja vista que este gás é altamente tóxico e corrosivo, o que dificulta a utilização da energia do Biogás.

- **Gás Amônia (NH₃⁺)**

Em relação ao gás Amônia, foi observada uma diferença significativa entre o gás bruto e o gás filtrado, com uma redução de aproximadamente 85% deste gás com o filtro (Tabela 5). Como o gás Amônia não é benéfico para a qualidade do biogás (Pereira et al., 2018), a utilização do filtro artesanal no biodigestor foi eficiente para redução da quantidade deste gás.

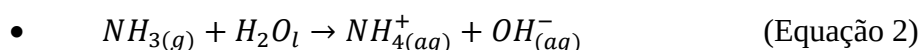
Tabela 7: Concentração de Gás Amônia (NH₃⁺ – ppmV) no biogás produzido a partir de dejetos de bovinos por biodigestão anaeróbica no Nordeste Paraense.

Repetições	Gás Bruto - NH ₃ (ppmV)	Gás Filtrado - NH ₃ (ppmV)
1	175	85
2	175	15
3	175	45

4	525	45
5	350	15
6	15	0
Média	235,8±176,9 a	36,7±27,9 b

Em relação à quantidade a quantidade de gás amônio produzido no biogás, A concentração observada no presente estudo pode estar relacionada à caracterização da dieta dos bovinos. Desta forma, a qualidade da alimentação tona importante não apenas para a nutrição animal, mas também no processo de biodigestão para produção de biogás (HAACK, 2009).

No que se refere à remoção do gás amoníaco no filtro artesanal, a causa pode estar na dissolução do referido gás em meio aquoso, aumentando a alcalinidade da solução filtrante pela formação de hidróxido de amônio, como ilustra a equação 2.



Embora a remoção do gás amônia em meios onde há altas concentrações de bases fortes seja pouco favorecida, a formação de carbonato de sódio pode ter favorecido a formação dos íons amônios em solução.

4.3 RESULTADO DO PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO DOS AGRICULTORES(AS) COM RELAÇÃO A PRODUÇÃO DO BIOGÁS

Os cerca de 50 participantes do dia de campo puderam conhecer e aprofundar os conhecimentos a respeito da produção do biogás em biodigestor abastecido com esterco de bovinos. Os participantes eram produtores rurais da região e alunos dos cursos técnicos e de graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal.

Esta ação foi dividida em três etapas: a) Explicação em sala de aula sobre a construção, funcionamento dos biodigestores, geração do biogás e diversas aplicações em propriedades rurais familiares, b) Visita ao local de produção do Biogás e c) preparo de tapioca em chama gerada pelo biogás, conforme se pode observar nas figuras 2.8, 2.9 e 2.10.

Figura 2.8: Dia de campo: Explicação em sala de aula sobre a construção, funcionamento dos biodigestores, geração do biogás e diversas aplicações em propriedades rurais familiares no Nordeste Paraense.



Figura 2.9: Dia de campo - visita ao local de produção do Biogás.



Figura 2.10: Dia de campo - preparo de tapioca em chama gerada pelo biogás.



Desta forma, as discussões que foram lançadas e a demonstração dos resultados alcançados visam o desenvolvimento sustentável rural, haja vista que a região Nordeste do estado do Pará, a qual todos os produtores e alunos residem e atuam, sofreu um intenso processo de ocupação e alteração de vastas áreas nos últimos trinta anos, gerando degradação ambiental e redução da produtividade dos sistemas agrícolas e pecuários (Hurtienne, 2005; Rebello et al. 2009).

Todas as ações foram realizadas com o objetivo de sensibilizar/difundir a tecnologia dos biodigestores aplicadas a propriedades rurais familiares. Isto porque a produção do Biogás promove o saneamento rural, prevenindo a poluição e conservando os recursos hídricos, e contribui também para o desenvolvimento sustentável do meio rural, pois viabiliza uma economia na compra do gás de cozinha e na possível utilização do biogás na produção de energia elétrica, gerando a autonomia energética de diversos produtores rurais (Marques et al., 2014).

Com o findar das ações previstas para o dia de campo, pode-se observar produtores mais conscientes e interessados na construção de biodigestores para geração de biogás visando sua utilização para geração de renda em processos produtivos, haja vista que foi possível demonstrar na prática todo o processo associado à produção de Biogás. Desta forma, devido ao grande potencial para produção de biogás em propriedades rurais na região, verifica-se a necessidade de mais ações práticas como forma de difundir esta tecnologia, especialmente no âmbito da agricultura familiar.

5. CONCLUSÃO

Através das análises das concentrações dos principais constituintes do biogás: metano (CH_4), gás carbônico (CO_2), gás sulfídrico (H_2S) e amônia (NH_3) e da utilização do filtro artesanal, verificou-se que o esterco bovino possui um alto potencial energético, pois apresentou uma média na concentração de metano de 68%, o qual foi ampliado cerca de 10% com a utilização do filtro.

Em relação aos demais constituintes, tidos como impurezas, suas concentrações durante todo período do experimento se mantiveram dentro do indicado pela literatura e verificou-se que o filtro fabricado a partir de materiais de baixo custo e fácil acesso foi extremamente eficaz, pois reduziu os teores do CO_2 e do NH_3 .

Além disso, foi possível comprovar que com a confecção do biodigestor e do filtro, os agricultores familiares podem ser capazes de produzir sua própria energia limpa, sendo esta necessária para a realização de suas atividades, tornando-os mais autônomos, diminuindo seus custos de produção através do uso do biogás e promovendo o desenvolvimento sustentável.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. A. N.; et al. **Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental**. Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n4v1/030.pdf>> Acesso em: 30/09/2015.
- BARICHELLO, R.; Hoffmann, R.; Silva, S. O. C.; Deimling, M. F.; Casarotto Filho, N. O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Rev. Agro. Amb.**, v.8, n.2, p. 333-355, 2015.
- BLEY JÚNIOR, C. **Biogás: a energia invisível**. 2ª ED. São Paulo: CIBiogás; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2015.
- CLASSEN, P.A.M; Lier, J.B.; STARMES, A.J.M. – **Utilization of biomass for supply of energy**, 1999.
- COMASTRI FILHO, J. A. **Biogás, independência energética do Pantanal Mato-Grossense**. Circular Técnica n. 9, Embrapa. UEPAE de Corumbá, 1981.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo – **Energia e meio ambiente no Brasil**. 2007 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159.pdf>> Acesso em: 01/03/2017.
- HAACK, S.C. **Análise técnica e econômica para aproveitamento dos dejetos de caprinos em biodigestores no semiárido Baiano**. Dissertação (mestrado) - Curso de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- HURTIENNE, T. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável. In: COELHO et al. (org.). Estado e políticas públicas na Amazônia: gestão do desenvolvimento regional. Belém, CEJUP, 2001. p. 177-283.
- KUNZ, A. OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para a geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 15, n. 3, p. 28-35, jul./set. 2006.
- MAGALHÃES, A. P. T., – **Biogás: um projeto de saneamento urbano**, 1986.
- METZ H.L – **Construção de um biodigestor caseiro para demonstração de produção de biogás e biofertilizante em escolas situadas em meios urbanos**. UFLA. Lavras, Minas Gerais 2013.
- PEREIRA, L. C.; BALBINO, M. V.; VIANA, L. S.; FARIAS, L. S. N.; XAVIER, M. R. R.; RAMOS, W. Q.; CORREIO, J. A. C. Estudo comparativo de biogás produzido com resíduos animais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.7, n.4, p. 406- 422, 2018.
- PRATI, Lisandro; **Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores**, 2010.

SHAHID, M.; FAISAL, M. Effect of Hydrogen Sulfide Gas Concentration on the Corrosion Behavior of “ASTM A-106 Grade-A” Carbon Steel in 14% Diethanol Amine Solution. **The Arabian Journal for Science and Engineering**, V.34(2C), 2010.

Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2015 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 137p. - (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, ISSN 1516-3296 ; n. 35).

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez & Autores Associados, 1988.

CAPITULO III

**AVALIAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE GERADO A PARTIR DA DIGESTÃO
ANAERÓBICA DE DEJETOS BOVINOS NA PRODUÇÃO DE ALFACE (*Lactuca
sativa* L.) , EM CASTANHAL - PA**

CASTANHAL-PA

2016

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Pará é um grande gerador de biomassa residual de origem bovina e suína. De acordo com o IBGE (2015), a quantidade de números de cabeças destes animais é respectivamente: 20.271.618 e 557.848, sendo que a média de produção de dejetos por estes animais é de aproximadamente 10 Kg/dia para os bovinos e de 2,25 Kg/dia para os suínos (SGANZERLA, 1983). Onde ao multiplicar a quantidade de dejetos produzidos por cabeça de gado e suíno, pode-se estimar a quantidade aproximada de mais de 203 mil toneladas de dejetos produzidos diariamente, o que revela um amplo potencial poluidor existente neste tipo de produção.

Isto porque estes dados representam uma grande quantidade de fontes geradoras de biomassa (dejetos de animais) que necessitam de tratamento, pois podem ser transportados para os corpos hídricos pela ação da lixiviação, provocada pelas chuvas, acarretando a poluição dos mananciais, além de emitirem metano para a atmosfera. Neste sentido, têm-se os biodigestores como uma tecnologia capaz de promover o saneamento no meio rural e que utiliza uma das concepções da agroecologia: a ciclagem mais eficiente de biomassa no agroecossistema.

Os biodigestores são câmaras fechadas na qual ocorre um processo microbiológico, onde umas séries de bactérias, na ausência de ar, atuam na transformação da matéria orgânica. Como resultado desta decomposição obtém-se um produto gasoso (biogás) e um líquido quimicamente mais estável, também chamado de biofertilizante (SILVA et al. 2012).

O biofertilizante é o efluente do biodigestor que teve sua carga orgânica reduzida por meio da fermentação anaeróbica e consequentemente seu teor de nutrientes elevados. Segundo Prati (2010), o biofertilizante apresenta vários nutrientes em sua composição, entre eles, o nitrogênio (1,5 a 4,0%), o fósforo (1,0 a 5,0%), potássio (0,5 a 3,0%) e em porcentagens menores, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco, que o torna um fertilizante (orgânico) que pode ser utilizado na substituição de adubos químicos, já que estes, além de possuir um certo custo ao agricultor ainda causam diversos problemas ambientais como a degradação da qualidade do solo, a poluição das fontes de água e da atmosfera.

Logo, este trabalho visa à utilização de dejetos de bovinos para produção do biofertilizante gerados a partir da biodigestão anaeróbica ocorrida em um biodigestor inspirado no modelo da marinha com modificações. Onde, além de contribuir para o aumento da renda do agricultor familiar, com a redução dos custos de produção, já que este não

necessitará mais comprar o adubo químico, ainda aumentará a qualidade de seus produtos e irá minimizar os impactos ambientais negativos gerados pela a atividade da agricultura.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Produzir o biofertilizante a partir da digestão anaeróbica de dejetos bovinos, prover sua avaliação na produção de alface no Nordeste Paraense e realizar o processo de qualificação de agricultores(as) e estudantes dos IFPA.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar qual o melhor nível de adubação do biofertilizante para o cultivo de alface;
- Realizar a análise vegetativa e foliar da espécie de alface a ser cultivada;
- Promover dia de campo com agricultores familiares do nordeste paraense para difundir a construção e operacionalização dos biodigestores, tendo como finalidade o uso do biofertilizante.

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE PESQUISA

Esta pesquisa se caracteriza como experimental e de campo, pois para Gil, 2007 a pesquisa experimental, consiste em determinar um objeto de estudo, no caso o Biofertilizante, e selecionar as suas variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, como o nível de concentração deste fertilizante para a adubação. E também de campo, visto que de acordo com Fonseca (2002) e Thiollent (1988), a pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza a coleta de dados junto a pessoas, o que condiz com esta pesquisa, pois foi realizado um dia de campo envolvendo os agricultores familiares do Nordeste Paraense.

3.2. EXPERIMENTO COM DOSAGENS DE BIOFERTILIZANTE NA CULTURA DA ALFACE

Primeiramente, foi realizada a preparação das mudas de alface, a qual teve como substrato o vermicomposto, produzido a partir de esterco de gado leiteiro e folhas

provenientes de coleta seletiva do IFPA, Campus Castanhal, para o preenchimento das células da bandeja. A semente utilizada no semeio foi a variedade de alface Kaiser, grupo repolhuda. As mudas foram produzidas em 10 bandejas de 128 células, com 3 sementes/célula (FILGUEIRA, 2008). O desbaste ocorreu na bandeja, permanecendo uma muda em cada célula, as quais ficaram na sementeira durante o ciclo de 25 dias, com irrigação manual, conforme se pode visualizar na figura 3.1 (SUDO et al., 1998).

Figura 3.1: Produção de mudas em bandejas (A: mudas produzidas a partir de 3 sementes/célula; B: mudas após o desbaste).



Fonte: A autora.

;

Em seguida realizou-se a limpeza de uma área localizada atrás do setor de Olericultura do IFPA-Campus- Castanhal, para a instalação dos canteiros, figura 3.2. A implantação da pesquisa no campo ocorreu com a instalação de 25 canteiros (parcelas) instalados no chão, com as dimensões de 1,0 m de largura e 1,8 m de comprimento, sendo o espaçamento entre as mudas de 0,2 m, seguindo as recomendações de Trani (2005). Os arranjos das parcelas podem ser visualizados na figura 3.3.

Figura 3.2: Limpeza da Área.



Fonte: A autora.

Figura 3.3: Arranjo dos canteiros (parcelas).



Fonte: A autora.

Posteriormente, foram coletadas 30 amostras de solo de forma aleatória na profundidade 0-20 cm nas diferentes parcelas para composição de seis amostras compostas para caracterização do solo na área de estudo antes do cultivo da alface (Figura 3.4). Os atributos analisados foram: pH em CaCl_2 , Fósforo disponível, Nitrogênio Total, Potássio, Cálcio, Magnésio, Alumínio trocável, Capacidade de troca catiônica, Matéria Orgânica, Enxofre, Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco. Os métodos e procedimentos laboratoriais estão descritos em EMBRAPA (1997) e foram realizadas no Laboratório de Química do Solo da EMBRAPA Amazônia Oriental.

Figura 3.4: Coleta do solo para análise química.



Fonte: A autora.

Depois de passado os 25 dias, as mudas foram plantadas nos canteiros, e foram irrigadas com água (5 vezes por semana) e com o biofertilizante (2 vezes por semana), produzido no processo de biodigestor. A quantidade de água para a irrigação foi de 12 L por canteiro, sendo 4 L por entrelinhas.

Para determinar qual a dosagem ideal do bioertilizante a ser utilizado na adubação da alface, foi instalado um experimento em blocos casualizados com 5 (cinco) tratamentos, que correspondem respectivamente a irrigação com solução de biofertilizante diluída em água correspondente a 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, consideradas tratamentos, assim distribuídos: Tratamento T1= 0% (zero) de adubação com biofertilizante (Testemunha); Tratamento T2= 25% de biofertilizante; Tratamento T3=50% de biofertilizante; Tratamento T4=75% de biofertilizante e Tratamento T5= 100% de biofertilizante, todos com 5 (cinco) repetições, perfazendo um total de 25 (vinte e cinco) parcelas, conforme distribuição na figura 3.5 e 3.6.

Figura 3.5: Distribuição dos canteiros (parcelas) por tipo de tratamento.



Fonte: A autora.

Figura 3.6: Distribuição das mudas de alface plantadas nas parcelas.



Fonte: A autora.

Em seguida foi realizada a análise vegetativa da alface onde foi retirada 4 (quatro) plantas de cada parcela, com padrão de desenvolvimento similar da fileira central, evitando plantas das bordaduras do canteiro, onde se verificou: número de folhas, comprimento do caule, fitomassa fresca e fitomassa verde. Para determinar a massa seca foi necessário, primeiramente, levar as amostras para uma estufa com ventilação forçada para secagem, à temperatura de 65°C, para posterior pesagem em uma balança de precisão, sendo esta a mesma utilizada para pesagem da massa fresca, figura 3.7.

Figura 3.7: Preparação das folhas de alface para secagem.



Fonte: A autora.

3.3. DIA DE CAMPO PARA QUALIFICAÇÃO DE PRODUTORES RURAIS DO NORDESTE PARAENSE

No dia 03 de maio de 2018 foi realizado dia de campo no local onde foi construído o biodigestor para esta pesquisa (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal), a fim de qualificar os agricultores familiares para a construção e operacionalização dos biodigestores, tendo a finalidade a produção e utilização de biofertilizante em cultivos.

A ação contou com a presença de aproximadamente 50 participantes, sendo estes produtores rurais e alunos dos cursos de ciências agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados vegetativos da alface nas diferentes doses de biofertilizante foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para discriminação das médias dos tratamentos a 5 % de significância e análise de regressão. As análises foram efetuadas nos softwares Excel 2013 e Assistat 7.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. AVALIAÇÃO DO SOLO UTILIZADO PARA O PLANTIO DA CULTURA

Na tabela 8 são apresentados os valores médios dos atributos químicos do solo utilizado no plantio da Alface. No que se refere ao pH do solo, observa-se valor médio de 5,8, sendo classificado como ácido. No entanto, a faixa de pH entre 5,8 e 6,2 é a que apresenta maior disponibilidade da maioria dos nutrientes que são essenciais para as culturas (Novaes et al., 2013). Estes resultados de pH têm relação direta para que o teor de Al fosse zero.

Tabela 8 - Atributos químicos de um Latossolo Amarelo de textura franco arenosa utilizado para o cultivo de alface no Nordeste do Estado do Pará.

Ph	P	N	K	Ca	Mg	Al	CTC	M.O	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(CaCl ₂)	(mg dm ⁻³)	(%)	----- (cmolc dm ⁻³) -----					g kg ⁻¹	----- (mg dm ⁻³) -----					
5,8	310	0,08	0,1	3,8	1,27	0	6,73	15,33	4,33	0,15	3,4	304,5	31,5	2,73

Em relação a Matéria orgânica e aos demais atributos químicos como o teor de Calcio, Magnésio, Potássio, Nitrogênio observa-se que o solo utilizado para cultivo da alface possui uma boa disponibilidade de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas em comparação aos solos naturais da região Nordeste do Estado do Pará, os quais normalmente são ácidos e possuem baixa fertilidade natural (Silva et al., 2006). Estes resultados podem ser atribuídos ao fato do solo utilizado para cultivo do alface pertencer a uma área experimental, na qual constantemente são feitos cultivos e adubação do solo.

4.2. NÚMERO DE FOLHAS DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE

A produção do número de folhas de alface foi influenciada pelas diferentes doses do Biofertilizante (Tabela 9). Apesar de não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos T3, T4 e T5, observa-se dose aplicada em T5 promoveu a produção média 18,2 folhas, cerca de três a mais em comparação à média de 15 folhas em T3 e 14,8 folhas em T4.

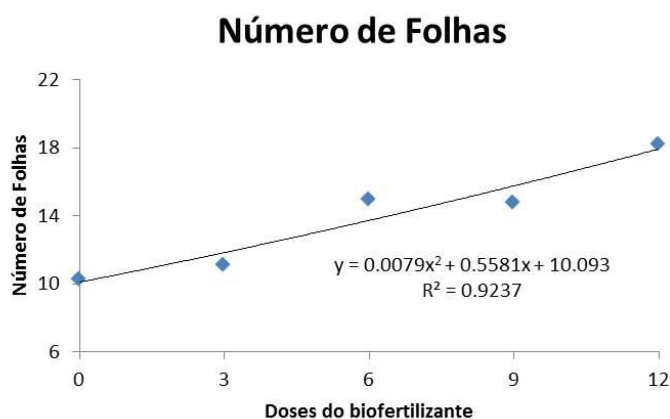
Tabela 9: Média e desvio Padrão do número de folhas de Alface nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Nº Folhas
T1	10,3±1,8 b
T2	11,1±3,0 b
T3	15,0±3,9 ab
T4	14,8±2,7 ab
T5	18,2±3,6 a

Médias com mesma letra na coluna não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (5% de significância).

Através dos gráficos de dispersão, ilustrados na figura 3.8, observa-se que todas as variáveis analisadas apresentaram um bom ajuste para regressão polinomial quadrática ($R^2 > 0,86$). Quanto ao número de folhas, observa-se uma tendência de aumento desta variável conforme há o aumento da dose de Biofertilizante.

Figura 3.8: Gráfico de dispersão da variável Número de folhas em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.



Observa-se de modo geral o aumento da variável com a elevação da dose do biofertilizante, com exceção de T3. Estes resultados enfatizam o efeito positivo do biofertilizante na nutrição das plantas em virtude de sua aplicação. Pereira et al. (2010); também observaram o aumento da produção de alface por meio da aplicação de biofertilizantes. Chiconato et al. (2013) concluíram que a produção da alface com biofertilizante foi melhor do que com adução mineral, o que reforça a importância da utilização desta tecnologia na agricultura familiar, de tal forma que permite altos níveis de produção com baixo custo, tornando-a competitiva no mercado.

4.3. ALTURA DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE

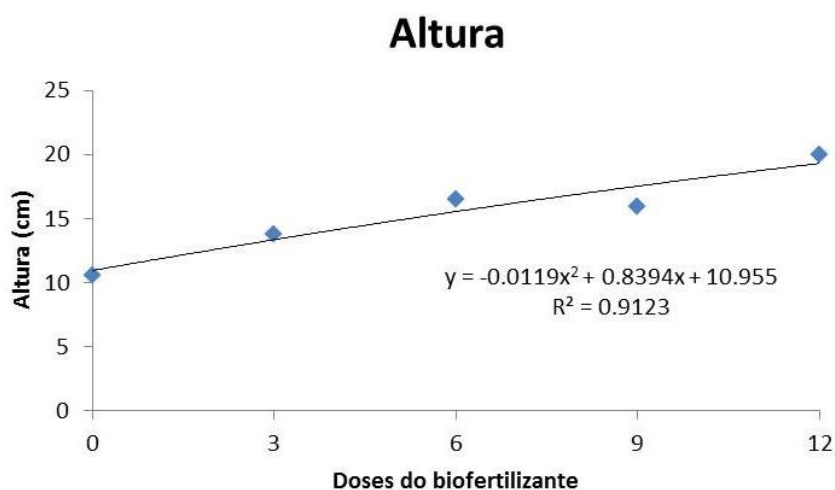
No que se refere à variável altura da alface, observa-se a tendência de aumento da altura com o aumento da dose do biofertilizante, apesar de não haver diferença estatística significativa entre T3, T4 e T5, mas com diferença significativa com os tratamentos T1 e T2 (Tabela 10 e Figura 3.9).

Tabela 10: Média e desvio Padrão da altura do caule da Alface nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Altura (cm)
T1	10,6±2,7 c
T2	13,7±2,5 bc
T3	16,5±1,9 ab
T4	15,9±1,7 ab
T5	20,0±3,1 a

Médias com mesma letra na coluna não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (5% de significância).

Figura 3.9: Gráfico de dispersão da variável Número de folhas em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.



4.4. FITOMASSA FRESCA DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE

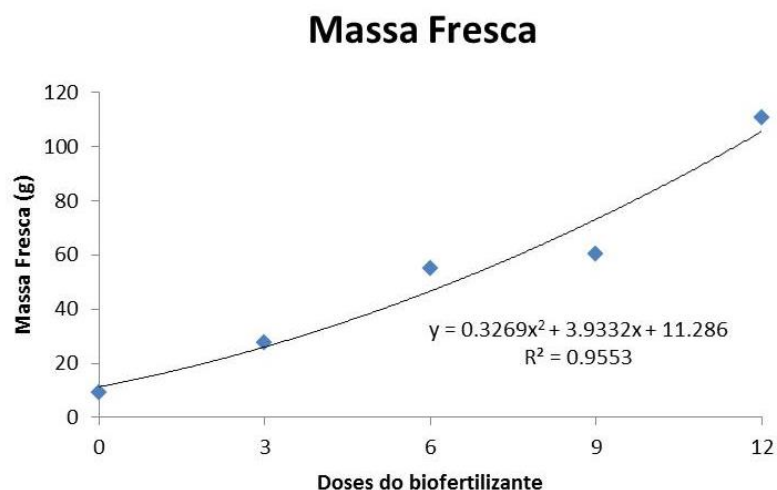
Quanto a massa fresca da alface, observa-se que o aumento da dose do Biofertilizante em T5 quase duplicou a produção de Biomassa fresca, apesar de não haver diferença estatística significativa entre T3, T4 e T5 (Tabela 11).

Tabela 11: Média e desvio Padrão da Fitomassa Fresca de Alface nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Fitomassa Fresca (g)
T1	9,0±6,8 b
T2	27,7±23,6 b
T3	55,0±28,6 ab
T4	60,4±28,9 ab
T5	110,6±53,9 a

Tendo em vista que os resultados de biomassa fresca são um reflexo direto da produção da alface, ao analisar a curva de regressão, observa-se que T5, tratamento que contém 100% do biofertilizante foi o que mais se destacou no que se refere a esta variável, não havendo indícios que esta concentração de biofertilizante poderá causar o efeito da “super adubação” da cultura e consequentemente o decréscimo da produção do alface, como observado nos trabalhos de Damatto Júnior et al. (2006) e Pereira et al. (2010).

Figura 3.10: Gráfico de dispersão da variável Massa Fresca em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.



4.5. FITOMASSA SECA DO ALFACE FERTIRRIGADO COM BIOFERTILIZANTE

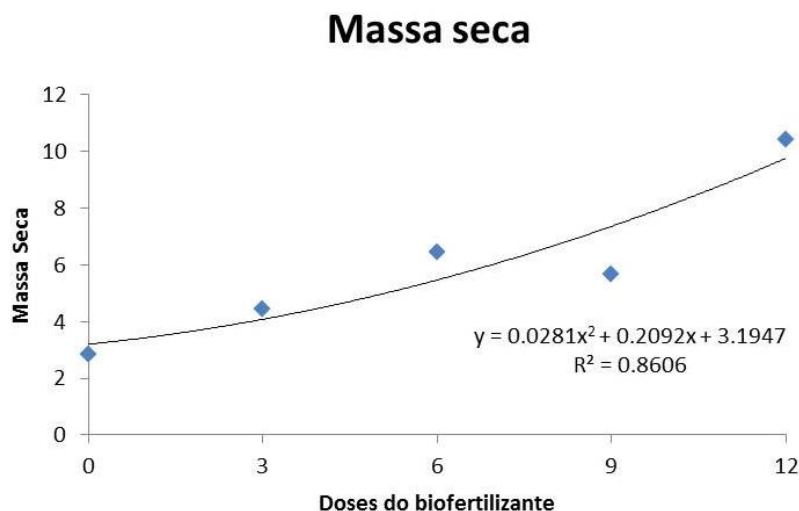
Em relação à massa seca, os resultados mostram a mesma tendência observada nas demais variáveis estudadas: Não houve diferença significativa entre T3, T4 e T5, porém por meio das curvas de regressão é possível observar que a maior produção de biomassa seca foi observada em T5.

Tabela 12: Média e desvio Padrão da Fitomassa Seca de Alface nos diferentes tratamentos.

Tratamento	Fitomassa Seca (g)
T1	2,9±0,4 b
T2	4,4±3,1 b
T3	6,5±1,8 ab
T4	5,7±2,0 ab
T5	10,4±4,2 a

Médias com mesma letra na coluna não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (5% de significância).

Figura 3.11: Gráfico de dispersão da variável Massa Seca em função de diferentes doses biofertilizante advindo de esterco de bovinos no Nordeste Paraense.



Ao verificar o gráfico de dispersão de Massa seca e das demais variáveis estudadas (Número de folhas, Altura da planta e Massa fresca), pode-se observar que utilização do biofertilizante em doses baixas, em especial 25% de biofertilizante e 75% água, não favoreceu o desenvolvimento das plantas. Porém com o aumento da dose do biofertilizante, em especial a dosagem 100% biofertilizante na fertirrigação, observa-se um crescimento na produção da alface.

Estes resultados reforçam o efeito do uso do biofertilizante para o aumento da produção de cultivares na região. Ao estudar a resposta da Alface a diferentes níveis de adubação com biofertilizantes, Chiconato et al. (2013) também constataram que o aumento da dose do biofertilizante promoveu melhores resultados para todas as variáveis analisadas (altura, número de folhas, diâmetro de copa, massa de matéria fresca e massa de matéria seca da parte aérea).

Os resultados obtidos neste estudo também reforçam a importância do uso de biodigestores para a geração de biofertilizantes, haja vista as características dos solos da região Nordeste do estado do Pará, os quais exigem o suprimento de nutrientes para promover o aumento da produção de cultivares (Silva et al., 2006). Desta forma, os biofertilizantes tornam-se uma alternativa altamente viável para promover o aumento da produtividade de cultivares sem elevar consideravelmente o custo de produção na região.

4.6. RESULTADO DO PROCESSO DE QUALIFICAÇÃO DOS AGRICULTORES(AS) COM RELAÇÃO A PRODUÇÃO DO BIOFERTILIZANTE.

Os cerca de 50 participantes do dia de campo puderam conhecer e aprofundar os conhecimentos a respeito da produção e utilização do biofertilizante em biodigestor abastecido com esterco de bovinos como forma de aumentar a produção de cultivos, haja vista que os solos da região Nordeste do estado do Pará apresentam baixa fertilidade natural. Os participantes eram produtores rurais da região e alunos dos cursos técnicos e de graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal.

Esta ação foi dividida em três etapas: a) Explicação em sala de aula sobre a construção, funcionamento dos biodigestores, geração do biofertilizante e diversas aplicações em propriedades rurais familiares, b) Visita a cultivos experimentais fertirrigado com biofertilizante, conforme se pode observar nas figuras 3.12 e 3.13.

Figura 3.12: Dia de campo: Explicação em sala de aula sobre a construção, funcionamento dos biodigestores, produção do biofertilizante e diversas aplicações em propriedades rurais familiares no Nordeste Paraense.



Figura 3.13: Dia de campo - visita a cultivos experimentais fertirrigado com biofertilizante.



As ações foram realizadas com o objetivo de sensibilizar/difundir a produção de biofertilizante a partir de esterco bovino (e outras fontes) em propriedades rurais familiares. É importante considerar que a baixa fertilidade dos solos da região tem influenciado diretamente a produtividade dos cultivos, principalmente dos pequenos produtores que não tem condições de investir em adubos químicos. Dessa forma, foi exposto que a produção de biofertilizante na propriedade em biodigestores é uma alternativa viável para fortalecer a agricultura familiar na região.

Na visita às áreas de cultivos experimentais fertirrigado com biofertilizante, foi demonstrado para os participantes o efeito da utilização de diferentes doses do biofertilizante na produtividade de diferentes cultivos. No que se refere ao resultado das ações, foi possível observar que a exposição do processo de produção do biofertilizante e sua aplicação em fertirrigação, exibindo-se os resultados positivos obtidos para os produtores e alunos foi fundamental para sensibilizar e convencer da importância dos biodigestores e biofertilizantes para que então a tecnologia possa ser difundida na região.

5. CONCLUSÃO

A utilização do biofertilizante em doses baixas, em especial 25% de biofertilizante e 75% água, não favoreceu o desenvolvimento das plantas. Porém com o aumento da dose do biofertilizante, em especial a dosagem 100% biofertilizante na fertirrigação, aplicada duas vezes por semana, observa-se um crescimento na produção da alface, sendo um reflexo direto da adubação orgânica utilizada.

A qualificação de produtores quanto a utilização dos biofertilizantes é uma atividade fundamental para difundir a utilização dos biodigestores e do biofertilizante na agricultura familiar no Nordeste Paraense.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BOAS, R. L. ; BUENO, O. C. ; SIMON, E. J. . **Doses de biofertilizante na produção de alface**. In: 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006, Goiânia - GO. Anais do 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006. v. 24. p. 1783-1786.
- FILGUEIRA, F. A. R **Novo Manual de Olericultura**. 3. Ed. rev. e Ampl. Viçosa-MG: UFV, 2008.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- PRATI, L. **Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás Gerado por Biodigestores**. 2010. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- SGANZERLA, Edílio. Biodigestor, uma solução. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.
- SILVA, G. R.; SILVA JÚNIOR, M. L.; MELO, V. S. Efeitos de diferentes usos da terra sobre as características químicas de um Latossolo Amarelo do estado do Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 151-157, 2006.
- SILVA, W. T. L. et al. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. **Revista Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 35-40, 2012.
- Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2015 / IBGE**, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 137p. - (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, ISSN 1516-3296 ; n. 35).
- SUDO, A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. **Cultivo consorciado de cenoura e alface sob manejo orgânico**. Seropédica: CNPAB, 1998. 4 p. (Recomendação Técnica, 2).
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez & Autores Associados, 1988.
- TRANI, Paulo Espíndola et al. **Hortaliças: Alface (*Lactuca sativa* L.)**. Instituto Agrônômico – IAC Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Horticultura. Boletim 200. 2005.