



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTAO AMBIENTAL**

REGINALDO ALVES DE SOUZA

**USO DO BIODIGESTOR COMO TECNOLOGIA SOCIAL PARA PRODUÇÃO DE
GÁS DE COZINHA**

Recife, 2020

REGINALDO ALVES DE SOUZA

**USO DO BIODIGESTOR COMO TECNOLOGIA SOCIAL PARA PRODUÇÃO DE
GÁS DE COZINHA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Prof. Dr. José Coelho de Araújo Filho
Orientador

Prof.^a. Dr.^a. Marília Regina Costa Castro Lyra
Coorientadora

Prof.^a Dr.^a Renata Maria Caminha M. de O. Carvalho
Coorientadora

Recife, 2020

S729u Souza, Reginaldo Alves de.
Uso do biodigestor como tecnologia social para produção de gás de cozinha /
Reginaldo Alves de Souza. – Recife, PE: O autor, 2020.
95 f.: il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. José Coelho de Araújo Filho.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Campus Recife, Coordenação de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, 2020.

Inclui referências e anexos.

1. Biogás. 2. Biodigestores. 3. Agricultura Familiar. 4. Gestão Ambiental. I. Araújo Filho, José Coelho de. (Orientador). II. Título.

665.7 CDD (22 Ed.)

REGINALDO ALVES DE SOUZA

**USO DO BIODIGESTOR COMO TECNOLOGIA SOCIAL PARA PRODUÇÃO DE
GÁS DE COZINHA**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da aprovação: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Coelho de Araújo Filho
Orientador - MPGA/Embrapa

Prof.^a Dr.^a Marília Regina Costa Castro Lyra
Coorientadora - MPGA/IFPE

Prof.^a Dr.^a Renata Maria Caminha M. de O. Carvalho
Coorientadora – MPGA/IFPE

Prof. Dr. Ronaldo Faustino da Silva
Examinador Interno – MPGA/IFPE

Dr.^a Maria Sonia Lopes da Silva
Examinadora Externo – Embrapa

Prof.^a Dr.^a Manuella Vieira Barbosa Neto
Examinadora Externo – IFPE

APRESENTAÇÃO

Reginaldo Alves de Souza é graduado em Licenciatura em Geografia pela Faculdade de Formação de Professores de Araripina (FAFOPA), em 2007, e obteve graduação em Engenharia Agrônoma pela Faculdade de Ciências Agrárias de Araripina (FACIAGRA), em 2008, e título de especialista em Gestão Agroambiental pela Autarquia Educacional do Araripe (AEDA), no ano de 2011. Foi membro da equipe técnica da Organização Não Governamental (ONG) CAATINGA no período de 1989 a 2010, atuando em diversas áreas da gestão técnica e administrativa institucional assumindo função de Coordenador de Desenvolvimento Agroecológico, Coordenador Administrativo Financeiro, Coordenador do Programa de Apicultura, Coordenador do Programas Recursos Hídricos e Coordenador Geral da instituição, com 2 mandatos (2004 a 2006; e 2007-2010), concluindo sua contribuição como Coordenador do Programa Políticas Públicas, até seu desligamento em novembro de 2010. No período seguinte, foi servidor público da Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária - SARA (out./2010 a jul./2014), atuando no Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRORURAL) como Supervisor Regional, Técnico Extensionista do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Diretor de Sustentabilidade de Assentamentos, Gerente de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) da Secretaria Executiva da Agricultura Familiar (SEAF) e ainda exerceu, por ofício, a função de Secretário Executivo do Comitê Integrado de Enfrentamento a Estiagem - Operação Seca, ação coordenada pela Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (SARA). Atuou na organização não governamental Diaconia¹ (set./2014 a jan./2015) coordenando a fase inicial do Projeto Biodigestores, uma tecnologia social no Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR). Em seguida exerceu a função de Assessor da Diretoria de Políticas para o Meio Ambiente da Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares do Estado de Pernambuco (FETAPE), no período de maio/15 a dezembro/2018. A partir de fevereiro de 2019 passou a exercer função comissionada no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), como Diretor de Extensão Rural, de fevereiro/2019 a junho/2020 e atualmente como seu Diretor Presidente, conforme portaria nº 1452, de 17 de junho de 2020.

¹ Diaconia é a tradução do vocábulo grego Diakoneo. Ele diz respeito ao serviço feito por e com amor, sem constrangimento e em perfeita harmonia com o ensinamento de Cristo. (www.diaconia.org.br)

Às minhas filhas Camila, Iana e Anouk
Meus pais Etelvina e José Higinio (in memoriam)
Meus irmãos e irmãs
À minha esposa Alexciane Lima

Gratidão!

AGRADECIMENTOS

O resultado deste trabalho é produto da contribuição de muitos, sendo assim agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade e conquista, a todos e todas que participaram direta ou indiretamente desta construção, especialmente:

A equipe de profissionais que coordenam, contribuem e fazem o Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do IFPE, em especial aos professores e professoras que dedicam seu tempo e conhecimento ao MPGA.

Ao CNPq pelo apoio financeiro por meio do Edital Chamada Cnpq/MCTIC/MDS Nº. 36/2018 – Tecnologia Social.

Ao Instituto Agrônômico de Pernambuco pelo apoio e por oportunizar novos aprendizados.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Coelho pela efetiva colaboração na revisão e orientação do trabalho.

Às minhas coorientadoras Prof^a. Dr^a. Marília Regina e Prof.^a Dr.^a Renata Maria Caminha, pela interação e companheirismo, necessários para chegarmos ao fim desta caminhada.

Aos bolsistas Conceição Dantas e Cláudio Almeida, pela grande contribuição durante os trabalhos de coleta de dados.

Ao ex-Diretor de Meio Ambiente da Fetape, Antônio Francisco (Ferrinho) que me permitiu dar os passos iniciais ao concordar com minha inscrição e participação no processo seletivo.

A Wanderley Nunes pelo importante apoio na fase inicial dos trabalhos, abrindo caminhos para os primeiros contatos com a comunidade quilombola Sítio Angico.

A Diaconia, em especial Waneska Bonfim, Ita Porto e Jucier Jorge, pela colaboração e compartilhamento de informações.

Aos meus colegas de turma pela amizade, pelo companheirismo e pela oportunidade de novos aprendizados.

A minha esposa, amiga e companheira Alexciane Lima pela companhia nas madrugadas adentro e pela força dada para conclusão do trabalho. Gratidão!!

Por fim aos amigos e amigas que, certamente, irão vibrar muito com a conclusão deste trabalho, tão importante na minha vida profissional.

RESUMO

A utilização do biogás como alternativa ao uso do gás GLP para cocção de alimentos no âmbito da agricultura familiar do Semiárido é algo recente e com amplo espaço de crescimento. Identifica-se, no entanto, que parte dos biodigestores instalados se encontram desativados ou sem uso efetivo. O objetivo deste estudo foi avaliar o uso do biodigestor sertanejo por famílias agricultoras no Agreste Pernambucano como tecnologia social para produção de gás de cozinha e mitigação às mudanças climáticas. Visou, também, identificar elementos que contribuam para divulgação e disseminação desta tecnologia como alternativa para produção de gás de cozinha em substituição ao uso de lenha, carvão vegetal e gás GLP. A pesquisa utilizou abordagens qualitativa e quantitativa, seguindo o método exploratório, utilizando levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e amostragem não-probabilística. Foi considerada uma população finita com 132 unidades familiares de biodigestores na mesorregião do Agreste Pernambucano, sendo coletadas 83 entrevistas, com representatividade de 63% das famílias usuárias de biodigestor. Os resultados indicaram que uso da tecnologia social do biodigestor proporciona incremento na renda das famílias agricultoras, evita o uso de lenha e carvão vegetal para cocção de alimentos e contribui com a produção de biofertilizante para os cultivos. Comprovam ainda que é possível a completa substituição do uso da lenha e do carvão vegetal pelo biogás, fortalecendo o papel do biodigestor como tecnologia que contribui para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Também mostram que o não uso contínuo, ou desativação, do biodigestor está relacionada à falta de matéria-prima e à necessidade de manutenção do equipamento. Como contribuição do estudo à disseminação da tecnologia recomenda-se: a) implantação do biodigestor somente quando houver disponibilidade de fonte de matéria prima na unidade de produção; b) avaliar o potencial de produção de biogás a partir do rebanho existente e demandada de consumo; c) fortalecer os argumentos de impacto econômico para as famílias de baixa renda e os de impacto ambiental para as famílias com fontes de receitas mais permanentes; d) estimular o uso do biogás associado às demais atividades do sistema de produção; e, e) incorporar a tecnologia de biodigestor nas linhas de financiamento de crédito rural. O produto técnico gerado neste trabalho será um relatório produzido na Chamada Cnpq/MCTIC/MDS Nº. 36/2018 – Tecnologia Social e disponibilizado ao Ministério da Cidadania.

Palavras-chave: biogás; agricultura familiar; mudanças climáticas; Semiárido.

ABSTRACT

The use of biogas as an alternative to the use of LPG gas for cooking, within the scope of family farming in the Semi-Arid is something recent and with ample room for growth. However, it was identified that part of the installed biodigesters is either deactivated or not actually used. The objective of this study was to evaluate the use of the backcountry digester by farming families in the Agreste of Pernambuco State, as a social technology for the production of cooking gas and mitigation of climate change. It also aimed to identify elements that contribute to the dissemination of this technology as an alternative for the production of cooking gas to replace the use of firewood, charcoal and LPG gas. The research used qualitative and quantitative approaches, following the exploratory method, using bibliographic and documentary surveys, non-standardized interviews and non-probabilistic sampling. It was considered a finite population with 132 family units of biodigesters in the mesoregion of the Agreste of Pernambuco State; 83 interviews were collected, representing 63% of the families using biodigester. The results indicated that the use of the social technology of the biodigester provides an increase in the income of farming families, avoids the use of firewood and charcoal for cooking and contributes to the production of biofertilizer for crops. They also prove that it is possible to completely replace the use of firewood and charcoal with biogas, strengthening the role of the biodigester as a technology that contributes to mitigate the effects of climate change. They also show that the non-continuous use, or deactivation, of the biodigester is related to the lack of raw material and the need to maintain the equipment. As a contribution of the study to the dissemination of technology, it is recommended: a) to implant the biodigester only when there is availability of raw material source in the production unit; b) evaluate the potential for biogas production from the existing herd and demanded for consumption; c) strengthen the arguments of economic impact for low-income families and those of environmental impact for families with more permanent sources of income; d) encourage the use of biogas associated with other activities of the production system; and, e) incorporate biodigester technology in rural credit lines. The technical product generated in this work will be a report produced in the Cnpq / MCTIC/MDS Call N°. 36/2018 - Social Technology and made available to the Ministry of Citizenship and a first approach to the elaboration of a manual or technical bulletin, in Portable Document Format (PDF) for use in electronic media, highlighting the methodological elements about the implantation of biodigestors in the context of family farming.

Keywords: social technology; biogas; family farming; climate changes; semiarid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Partes que compõem o Biodigestor Sertanejo	24
Figura 2 - Etapas da digestão anaeróbica	29
Figura 3 - Mapa da Divisão Geopolítica de Pernambuco.....	44
Figura 4 - Biodigestor sem uso no Sítio Angico, Bom Conselho-PE.....	87
Figura 5 - Detalhe do tanque de fermentação, caixa de recarga e filtro de gás do biodigestor sertanejo. Sítio Angico e Sítio Cancelas, Bom Conselho-PE	87
Figura 6 - Destaque do biodigestor sertanejo com carga máxima de biogás. Sítio Angico, Bom Conselho-PE	87
Figura 7 - Diferentes tipos de filtro utilizado no biodigestor sertanejo. Assentamento Armazém e Sítio Gama, São Bento do Una - PE	88
Figura 8 - Adaptação de proteção para evitar entrada de aves. Sítio Cabo do Campo, Jupi-PE e Agreste Velho, Caetés-PE	88
Figura 9 - Caixa de coleta de biofertilizante, Sítio Gama, São Bento do Una e Cultivo de Palma Forrageira com uso de biofertilizante, Sítio Cabo do Campo, Jupi-PE.....	88
Figura 10 - Placas de identificação, Projeto Biodigestor. Sítio Várzea Suja, Caetés-PE e Sítio Agreste Velho, Caetés-PE	89
Figura 11 - Detalhe da canalização do biogás até o fogão. Sítio Angico, Bom Conselho-PE .	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Gases e proporção na composição do biogás	28
Tabela 2 - Valores dos parâmetros qualitativos adotados na Rede BiogásFert para bovinos de leite, bovinos de corte e suínos	30
Tabela 3 - Valores de produção de efluentes por suínos adotados na Rede BiogásFert para dados categorizados	30
Tabela 4 - Valores de produção de efluentes por tipo rebanho adotados na Rede BiogásFert para dados não categorizados	30
Tabela 5 - Simulação de produção diária de biogás, biofertilizante, dejetos e metano, de diferentes categorias de bovinos e suínos	31
Tabela 6 - Potencial de produção de biogás a partir de diferentes resíduos animais.....	31
Tabela 7 - Participação das diferentes fontes de energia na matriz energética nacional, no período de 2008 a 2018.....	33
Tabela 8 - Confronto dos resultados dos dados estruturais dos Censos Agropecuários - 1975/2017, Pernambuco, 2017	37
Tabela 9 - Condição legal do produtor, segundo a agricultura familiar e Pronaf, Pernambuco, 2017	38
Tabela 10 - Produção na lavoura temporária, segundo a agricultura familiar (AF), Pernambuco, 2017	39
Tabela 11 - Criação, efetivo e venda de animais, segundo a agricultura familiar e Pronaf - Pernambuco – 2017	40
Tabela 12 - Quantidade de biodigestores, famílias e lideranças entrevistadas, por município	52
Tabela 13 - Faixa etária, por sexo, de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019	54
Tabela 14 - Grau de escolaridade de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019	55
Tabela 15 - Principais cultivos de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	58

Tabela 16 - Principais atividades pecuárias de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	58
Tabela 17 - Participação de membros das famílias beneficiadas com biodigestores em grupos formais e não formais, municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	59
Tabela 18 - Vantagens e desvantagens no uso do biodigestor apresentadas por famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019.....	61
Tabela 19 - Fontes de matéria-prima para o biodigestor em famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	63
Tabela 20 - Simulação do potencial de produção de biogás a partir do rebanho bovino e suíno, Pernambuco, 2017	66
Tabela 21 - Fontes de água utilizadas no abastecimento do biodigestor em famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019.....	68
Tabela 22 - Uso do biofertilizante em famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	69
Tabela 23 - Principais fontes de receita de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019.....	71
Tabela 24 - Variação das fontes de receita de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	71
Tabela 25 - Principais despesas das famílias beneficiadas com biodigestores dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	72
Tabela 26 - Fontes de energia utilizadas por famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	73
Tabela 27 - Tempo de uso do botijão de gás GLP por famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019	75
Tabela 28 - Tipo, local e duração da capacitação para implantação de biodigestor em estabelecimentos rurais de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Benefícios apontados pela Diaconia com o uso do Biodigestor Sertanejo.....	24
Quadro 2 - Vantagens da Agricultura Familiar.....	36
Quadro 3 - Municípios com Biodigestores implantados pela Diaconia.....	43
Quadro 4 - Percepções em relação aos indicadores de mudanças climáticas, segundo famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019.....	80

LISTA DE GRÁFICO

- Gráfico 1 - Pessoal ocupado no campo, Pernambuco, 1975 a 2017.....39
- Gráfico 2 - Classe de idade do produtor, municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2017.....54
- Gráfico 3 - Tamanho médio das propriedades, beneficiadas com biodigestores, nos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019.....57
- Gráfico 4 - Quantidade de matéria-prima utilizada para abastecimento do biodigestor pelas famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019.....64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEMORAR	Cooperativa de Habitação Rural da Agricultura Familiar
AEDA	Autarquia Educacional do Araripe
APAC	Agência Pernambucana de Água e Clima
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
BTS	Banco de Tecnologias Sociais
CA	Classe de Alfabetização
CAATINGA	Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores e Instituições Não Governamentais Alternativas
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CIH	Centro Internacional de Hidroinformática
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAFOPA	Faculdade de Formação de Professores de Araripina
FETAPE	Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares do Estado de Pernambuco
FBB	Fundação Banco do Brasil
FSC	Fundo Socioambiental CAIXA
FPTI	Fundação Parque Tecnológico Itaipu
GASMIG	Companhia de Gás de Minas Gerais
GEE	Gases do Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPA	Instituto Agrônomo de Pernambuco
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
NAMAS	Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas
ONGs	Organizações Não Governamentais
PCT	Política de Ciência e Tecnologia
PDHC	Projeto Dom Helder Câmara
PNHR	Programa Nacional de Habitação Rural
PNMC	Plano Nacional sobre Mudança do Clima
PRORURAL	Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural
PVC	Policloreto de Vinil
RTS	Rede de Tecnologias Sociais
SARA	Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito
SEAF	Secretaria Executiva da Agricultura Familiar
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TA	Tecnologia Apropriada
TS	Tecnologia Social
USAID	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 BIODIGESTOR: DEFINIÇÃO, HISTÓRICO, TIPOS E FUNCIONAMENTO	20
2.3 BIOGÁS: O QUE É E COMO É GERADO	27
2.4 MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	32
2.5 USO DE BIODIGESTOR NA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO	35
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA OBJETO DE ESTUDO.....	44
3.2 – NATUREZA DA PESQUISA.....	49
3.3 AMOSTRAGEM.....	49
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 PERFIL DAS FAMÍLIAS	53
4.2 EFETIVIDADE NO USO DO BIODIGESTOR.....	60
4.3 ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS	69
4.5 ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	77
4.6 PERCEPÇÕES SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	79
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	81
5.1 CONCLUSÕES.....	81
5.2 RECOMENDAÇÕES.....	81
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A – FOTOS DO BIODIGESTOR SERTANEJO	87
APÊNDICE B – ENTREVISTA COM FAMÍLIAS COM BIODIGESTOR	90
APÊNDICE C – ENTREVISTA COM LIDERANÇA COMUNITÁRIA	93
APÊNDICE D – ENTREVISTA COM FAMÍLIAS REFERENCIAIS DO SERTÃO DO PAJEÚ	94
APÊNDICE E – ENTREVISTA COM EQUIPE TÉCNICA DA DIACONIA.....	95

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com as mudanças climáticas tem levado ao conjunto de atores políticos e sociais na busca de tecnologias capazes de serem inseridas na perspectiva da mitigação dos efeitos destas mudanças ou de adaptação aos processos já em curso. Neste universo de opções tecnológicas encontra-se o biodigestor considerado uma tecnologia social de produção de biogás (metano) para suprir parte das necessidades energéticas da agricultura familiar como alternativa ao uso do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), lenha e carvão vegetal.

O uso de biodigestores para produção de gás metano em substituição ao uso do gás GLP é algo novo e ainda pouco estudado em se tratando de agricultura familiar do Semiárido, notadamente o pernambucano.

As iniciativas de implantação desta tecnologia estão sustentadas essencialmente pelo trabalho de Organizações Não Governamentais (ONGs), seja com apoio financeiro de organizações de cooperação internacional, seja com apoio de programas e projetos do Governo Federal.

O interesse por esta pesquisa foi despertado pelo potencial que o biodigestor apresenta para produção de gás de cozinha associado a um considerável contingente de famílias agricultoras do Semiárido que podem incorporar esta tecnologia nos seus processos produtivos e toma como referência o projeto “Biodigestores, Uma Tecnologia Social no Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR)”, implantado pela Diaconia a partir de 2013, com apoio financeiro do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal, tendo como objetivo a disseminação do uso de biodigestores, por meio de capacitação para produção e manejo de gás de cozinha (biogás metano).

Compreendendo que há um amplo campo de expansão para o uso de biodigestores, o presente estudo propõe-se a apresentar elementos que contribuam fortemente para divulgação e disseminação desta tecnologia como alternativa para produção de gás de cozinha em substituição ao uso de lenha, carvão vegetal e gás GLP para atividades domésticas no âmbito da agricultura familiar do Semiárido. No contexto do biodigestor, a pesquisa também busca avaliar aspectos inovadores em relação aos modelos tradicionais de biodigestor relacionados a custos, funcionalidade do equipamento e aceitação pelas famílias, importantes no processo de disseminação de tecnologias sociais.

A produção de biogás a partir de dejetos animais requer o uso de uma tecnologia apropriada para tal, comumente denominada de biodigestor. Também requer, dependendo do

modelo adotado, manejo permanente e adequado, considerando que existe alguns modelos com autoalimentação e dispersão de resíduos.

O estudo proposto está direcionado a um modelo específico de biodigestor, denominado de “biodigestor sertanejo”. Ele resulta de uma adaptação proposta pela Diaconia e segue os princípios de construção do modelo indiano e utiliza materiais de construção disponíveis em praticamente todas as cidades do interior do país. Utiliza, por exemplo, tecnologia empregada nas cisternas de placas, largamente difundidas na região Semiárida Brasileira (MATTOS; FARIAS JR., 2011 p. 7). Contudo, os aspectos inovadores propostos pela organização DIACONIA devem ser analisados do ponto de vista da praticidade na construção, dos resultados na produção do biogás e ainda quanto aos custos totais do equipamento.

Há um número significativo de biodigestor sertanejo implantados no Agreste Pernambucano, que se encontram desativados, seja de modo total ou parcial, e este seria o principal problema para pesquisa, o que conduz a uma necessidade de se identificar as fragilidades quanto ao aspecto de adaptação à dinâmica das famílias agricultoras enquanto inovação tecnológica. A identificação e pontuação das questões relacionadas ao não uso contínuo da tecnologia ganha maior importância quando associada aos riscos que pode representar para a disseminação da tecnologia, especialmente quando pensada em escala de política pública.

De forma complementar, o alto custo do gás GLP pode comprometer a renda familiar, essencialmente das famílias agricultoras, visto que têm renda não fixa, associada aos processos produtivos, quando não associada a previdência e programas complementares de distribuição de renda. Segundo dados apresentados pela Diaconia na justificativa do projeto “Biodigestor: Uma tecnologia social no Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR)”, uma família agricultura gasta mensalmente 9,32% de um salário-mínimo com a compra de gás GLP ou então coleta 21,06 kg de madeira para preparar a sua alimentação. Trata-se então de uma problemática relacionada à renda familiar e que o biodigestor pode contribuir de forma efetiva a partir do biogás (metano) em detrimento do uso gás GLP. Pergunta-se, contudo, qual a real contribuição do biodigestor no aumento da renda familiar? Tal questão requer um aprofundamento por meio de levantamento in loco no sentido de verificar o impacto sobre o orçamento familiar e quais ganhos podem adquirir com o uso do biodigestor como alternativa energética.

Outra problemática a ser discutida pela pesquisa está relacionada a capacidade do biodigestor contribuir para a redução da emissão de gases do efeito estufa. Segundo Diaconia (2020), estima-se que, com o uso do biodigestor, será evitado que, no mínimo, 300 kg/mês de esterco animal fiquem expostos no meio ambiente emitindo gás metano (CH₄) e gás carbônico

(CO₂) na atmosfera. Por meio do processo de biocombustão estes gases são capturados e direcionados para uso doméstico, resultando ainda deste processo o biofertilizante que pode ser utilizado para fertilização dos cultivos agrícolas.

Em termos econômicos necessita-se verificar se o biodigestor é realmente capaz de promover ganhos econômicos, considerando referências apresentadas por Diaconia (s.d., p. 8), sugerindo que o uso do biodigestor pode proporcionar às famílias uma economia nos gastos mensais equivalente a um botijão e meio de gás GLP, equivalente a 10% de um salário mínimo.

Portanto, considerando a problemática exposta acima, a pesquisa parte de duas hipóteses básicas: (1) o uso da tecnologia social do biodigestor proporciona incremento na renda das famílias agricultoras, devido a redução do uso do gás GLP, evita o uso de lenha e carvão vegetal para cozimento e contribui com a produção de biofertilizante para os cultivos da família; (2) o não uso contínuo, ou desativação, do biodigestor está relacionada à falta de matéria-prima, exigências na manutenção do equipamento (dá muito trabalho) e/ou à falta de mão-de-obra para manutenção do equipamento.

Dessa forma a pesquisa objetiva avaliar o uso do biodigestor sertanejo por famílias agricultoras no Agreste Meridional Pernambucano como tecnologia social para produção de gás de cozinha e mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Tendo como os seguintes objetivos específicos:

- a) Caracterizar o perfil das famílias agricultoras que utilizam a tecnologia social do biodigestor, em municípios do Semiárido Pernambucano;
- b) Identificar aspectos relacionados ao uso efetivo do biodigestor na produção de biogás (gás metano);
- c) Avaliar os impactos econômicos gerados a partir da substituição, total ou parcial, do gás GLP pelo biogás produzido por biodigestores em famílias agricultoras em municípios do Agreste Pernambucano;
- d) Mensurar os elementos da relação do uso de biogás com o uso de lenha e carvão vegetal, na agricultura familiar;
- e) Identificar os elementos associados à assistência técnica para implantação de biodigestores na agricultura familiar;
- f) Mensurar a compreensão em relação às mudanças climáticas, no âmbito das famílias que utilizam biodigestores, em municípios do Agreste Pernambucano.
- g) Produzir um manual ou cartilha com orientações técnicas e metodológicas para implantação de biodigestores na agricultura familiar do Semiárido.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo é dedicado a apresentação da fundamentação teórica acerca do biodigestor enquanto tecnologia de produção de biogás, compreendendo sua definição, histórico de uso e descrição dos tipos ou modelos utilizados, destacando o modelo denominado de Biodigestor Sertanejo, enquanto tecnologia social. Também será feita uma análise da literatura alusiva ao uso deste equipamento no âmbito da agricultura familiar no contexto do Semiárido Pernambucano, considerando ser este o público referencial da pesquisa.

2.1 BIODIGESTOR: DEFINIÇÃO, HISTÓRICO, TIPOS E FUNCIONAMENTO

2.1.1 Definição

Há uma diversidade de definições, no meio acadêmico, do que venha a ser um biodigestor. Pode-se entender que se trata de uma tecnologia, de um equipamento, de uma câmara fechada, de um reator ou ainda de um reservatório para tratamento de resíduos orgânicos.

Para Mattos e Farias Jr. (2011) o biodigestor é um equipamento que transforma o esterco de curral em gás (Biogás) inflamável, que pode substituir o gás de cozinha comprado em botijões (Gás Liquefeito de Petróleo ou GLP).

Oliver (2008) define o biodigestor como sendo uma câmara fechada onde é colocado material orgânico para decomposição, podendo ser um tanque revestido e coberto por manta impermeável de PVC, totalmente vedado, criando um ambiente anaeróbico.

A Rede de Biodigestores para a América Latina e o Caribe (REDBIOLAC, 2018), define o biodigestor como sendo sistemas naturais que usam resíduos orgânicos de atividades agrícolas, adubo, principalmente para a produção de biogás (combustível) e biológicos (adubo natural) por processo de digestão anaeróbia.

Para Colatto e Langer (2011) o biodigestor é uma tecnologia utilizada por pequenos e médios produtores que se dá a partir de resíduos orgânicos, os quais são transformados por intermédio da digestão anaeróbica para resultar em gás combustível com teores de metano e dióxido de carbono, além de outros gases, possibilitando a geração de energia.

As percepções trazidas pelos diferentes autores nos permite, a partir dos principais elementos apresentados nas definições do biodigestor, sintetizar como sendo uma tecnologia que possibilita, através da fermentação anaeróbica, a transformação de diferentes resíduos orgânicos em biogás.

2.1.2 Histórico do uso de biodigestores

Conforme relatos, o biodigestor surge em meados do Século XX e tem origem asiática, inicialmente na China e posteriormente na Índia. Cervi (2009) apud Nogueira e Zürn (2005) indica que o uso intensivo do biodigestor para produção de energia na China e na Índia ocorre nas décadas de 50 e 60, a partir de modelos próprios, sendo a China o país que mais desenvolveu o uso do biogás no meio rural visando prover, principalmente, energia para cozimento e iluminação doméstica. Dal Mago (2009) relata pesquisas coordenadas por Ram Bux, em 1950, que resultaram na implantação de meio milhão de biodigestores modelo indiano para tratar o esterco e obter combustível sem perder o efeito fertilizante.

A utilização do biogás, também conhecido como gobar gás (que em indiano significa gás de esterco), como fonte de energia motivou a China a adotar a tecnologia a partir de 1958, onde, até 1972, já haviam sido instalados 7,2 milhões de biodigestores na região do Rio Amarelo. Tal localização não é acidental, pois as condições climáticas da região a tornam propícias para a produção de biogás (GASPAR, 2003 p. 27).

Costa (2006) sugere que a ideia de uso do biogás produzido por digestão anaeróbica, remonta do século XIX, na aldeia Indiana de Bombai, no ano de 1859. Segundo o autor a experiência europeia com o biogás surge 30 anos após, em 1895, na iluminação de algumas ruas na cidade de Exter, na Inglaterra. Relata o autor que a exploração do biogás era bastante reduzida, limitando-se a casos esporádicos. Apenas nos anos de 1940, como consequência de carências energéticas significativas, provocada pela II Guerra Mundial, o biogás volta a ser utilizado na cozinha, no aquecimento de casas e na alimentação de motores de combustão interna. Nas décadas seguintes, o referido autor destaca um processo de desencorajamento do uso do biogás em detrimento à abundância das fontes tradicionais, desempenhando papel de importância apenas em aglomerados rurais de países com poucos recursos como a Índia e a China, voltando a despertar interesse nos países europeus nos anos 1970, devido à crise energética.

O teólogo e ambientalista Leonardo Boff em prefácio do livro *biogás energia invisível*, organizado por Bley Jr. (2014), relata que na década de 1970 e posteriormente nos anos 1990/2000, foram criados projetos de produção de biogás que fracassaram ou foram abandonadas por erro dos planejadores governamentais e considera que o biogás “sempre foi o primo pobre e desprezado entre os recursos energéticos”.

A demanda por projetos de aproveitamento de biogás está crescendo principalmente devido às oportunidades oferecidas por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

(MDL) estabelecidos a partir do Protocolo de Quioto. Os aterros sanitários despontam como oportunidade para produção de biogás pela decomposição dos resíduos acumulados para geração de eletricidade, atividade que atende aos critérios de obtenção dos Certificados de Emissões Reduzidas, os chamados “créditos de carbono” (CERVI, 2009 p. 14).

2.1.3 Tipos de Biodigestor

É possível construir um biodigestor a partir de diversos tipos de materiais como alvenaria, placas pré-moldadas, geomembranas de PVC ou polietileno. Contudo, conforme descrito no *Manual: Introducción de Biodigestores en Sistemas Agropecuarios en el Ecuador*, o sistema de biodigestão anaeróbica pode ser classificado em sistemas contínuos, sistemas semicontínuos e sistema descontínuos, de acordo com o tipo de matéria e tempo de carga da matéria. Segundo esse manual, os sistemas contínuos são usados quando a biomassa residual está disponível quase continuamente e geralmente líquida. Os sistemas semicontínuos são aqueles carregados uma vez por dia ou uma vez por semana, com certa frequência, e permitem tratar a biomassa sólida, geralmente misturado com água. Os sistemas descontínuos são carregados e fechados até que todo o biogás seja produzido, subsequentemente descarregados antes de serem carregados com nova biomassa (ECUADOR, 2015).

É possível encontrar referência a vários tipos de biodigestores, sendo os mais comuns o indiano e o chinês, podendo ainda encontrar referências ao modelo de batelada, canadense, e o “biodigestor sertanejo”, o qual é objeto de estudo neste trabalho.

O modelo indiano é caracterizado pela presença de uma campânula que funciona como gasômetro, uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras e pressão de operação constante, requerendo abastecimento contínuo. Apresenta-se de fácil construção e é composto basicamente de uma caixa de entrada, tanque de fermentação, gasômetro e caixa de saída.

O modelo chinês é constituído de uma câmara cilíndrica para fermentação, sem divisórias, e utilizada para armazenamento do biogás, dispensando a utilização do gasômetro. Utiliza o princípio de prensa hidráulica fazendo com que o aumento da pressão interna provoque a saída de dejetos da câmara de fermentação para a caixa de saída, por onde pode ocorrer saída de gás para a atmosfera. Assim como no modelo Indiano, deve ser abastecido continuamente. É composto por um corpo cilíndrico, com uma caixa de entrada, uma caixa de saída e uma tampa de inspeção. Segundo Deganutti et al. (2002), o modelo batelada apresenta estrutura mais simples e mais operacional, podendo ser formado por um tanque anaeróbico ou vários tanques em série, interligados e abastecidos uma única vez, tratando-se, portanto de um biodigestor

contínuo, sendo descarregado após o tempo necessário para a fermentação e produção do gás.

O biodigestor modelo canadense é descrito por Brondani (2010) como podendo ser também entendido como uma lagoa anaeróbica coberta, com largura maior que a profundidade, coberta com uma cúpula de material plástico maleável (PVC), possível de ser retirada. O modelo em manta de laminado de PVC é descrito por Oliver (2008) como um biodigestor composto por uma caixa de entrada (afluente), um tanque de armazenamento de dejetos, um gasômetro de lona de PVC com uma saída de biogás e uma caixa de saída (efluente). Observa-se, contudo que o princípio utilizado para alimentação, fermentação, armazenamento de gás e saída de dejetos é idêntico ao modelo indiano.

2.1.4 Biodigestor sertanejo

Este tipo de biodigestor é descrito por Mattos e Farias Jr. (2011) a partir do Manual do Biodigestor Sertanejo (Figura 1), componente do Projeto Manejo Sustentável de Terras no Sertão, uma publicação do Projeto Dom Helder Câmara (PDHC)². Outra referência encontrada para este tipo de biodigestor é a cartilha da Diaconia³ 12 passos para construir um biodigestor, como produto do Projeto “Biodigestores: Uma Tecnologia Social no Programa Nacional de Habitação Rural”, com apoio do Fundo Socioambiental Caixa (FSC)⁴.

Conforme demonstrado nos dois manuais citados acima, o biodigestor sertanejo adota os mesmos princípios do modelo indiano, ou seja, uma estrutura formada por uma caixa de entrada (aqui chamada de caixa de carga), um tanque de armazenamento (denominado também de tanque do biodigestor ou tanque principal), uma campânula de armazenamento de gás, acoplada de uma estrutura para captação do gás produzido e uma caixa de saída de dejetos (aqui denominada de caixa de descarga).

Observa-se que o principal diferencial deste modelo para os demais é o tipo de material utilizado para sua construção, como forma de adaptar às pequenas propriedades rurais. Enquanto os modelos indiano e chinês utilizam alvenaria para construção dos tanques de fermentação, neste modelo a construção é feita com placas de cimento, utilizando-se do mesmo princípio de construção das Cisternas de Placas Pré-moldadas⁵, em forma cilíndrica, de acordo com a Figura 1.

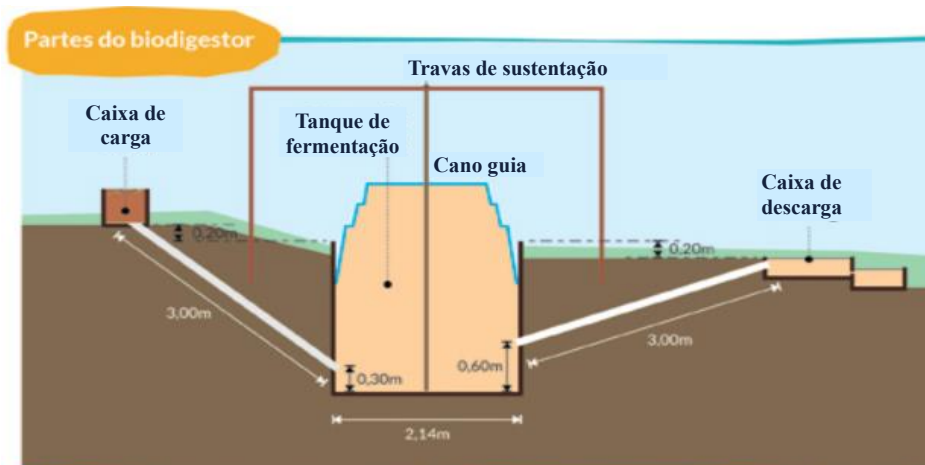
² Informações acerca do Projeto podem ser acessadas em: <http://www.projetedomhelder.gov.br/>

³ Disponível em: <http://diaconia.org.br/>

⁴ Informações disponíveis em: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/fundo-socio-ambiental/>

⁵ Uma construção de baixo custo, feita de placas de cimento pré-moldadas e construídas ao lado das casas. A cisterna tem o formato cilíndrico, é coberta e fica semienterrada. O seu funcionamento prevê a captação de água da chuva aproveitando o telhado da casa, que escoar a água através de calhas.

Figura 1 - Partes que compõem o Biodigestor Sertanejo



Fonte: Diaconia (2014).

As caixas de entrada e saída de dejetos não apresentam diferenciações no tipo de material utilizado, apenas no formato. Já a campânula ou gasômetro que no modelo indiano é confeccionada com metal e no modelo chinês com alvenaria, no modelo sertanejo optou-se por utilizar, de modo invertido, uma caixa de PVC, normalmente utilizada para armazenamento de água, que recebe uma estrutura de zinco e terra na parte superior para funcionar como contrapeso. A forma de captação do gás é outro grande diferencial apresentado uma vez que é utilizado um garrafão de 20 litros adaptado para receber e distribuir o gás produzido no biodigestor.

O modelo apresentado neste manual é inspirado no modelo indiano, mas adaptado aos materiais disponíveis em praticamente todas as lojas de material de construção das cidades do interior do país. E utilizou-se da tecnologia empregada nas cisternas de placas, largamente difundidas na região semiárida brasileira (MATTOS; FARIAS JR., 2011, p. 7)

Para a Diaconia (2014), o “Biodigestor Sertanejo” apresenta os seguintes benefícios, conforme demonstrado no Quadro 1:

Quadro 1 - Benefícios apontados pela Diaconia com o uso do Biodigestor Sertanejo

Onde?	Benefícios
No Meio Ambiente	- Não se busca lenha na mata para cozinhar - Contribui com a diminuição do desmatamento e dos efeitos das mudanças climáticas - Evita que o gás metano liberado pela combustão natural do esterco animal seja lançado na atmosfera
Na Saúde	- O biogás produzido quando usado no fogão, não solta fumaça evitando problemas respiratórios - Contribui para a saúde dos animais com o recolhimento dos dejetos e limpeza dos currais e chiqueiros podendo diminuir infestação por verminoses e moscas
Na Economia familiar	- Economia de um botijão e meio de gás GLP por mês - Produz adubo orgânico e biofertilizante
Na Agricultura	- Produz adubos naturais: biofertilizante e esterco curtido, que podem aumentar a fertilidade do solo e melhorar a produção

Fonte: Diaconia (2018).

Martí-Herrero et al.(2016) ao apresentar os resultados do trabalho desenvolvido pela Rede de Biodigestores para a América Latina e o Caribe (RedeBioLAC) na identificação de barreiras e mecanismos para superá-los, objetivando a massificação e democratização de biodigestores de média e pequena escala na América Latina e Caribe (LAC), ressalta a necessidade de adaptar a tecnologia ao usuário (e não o contrário) e que a visibilidade e disseminação dos biodigestores deve considerar de forma integral seus aspectos ambientais, de mudança da matriz produtiva e energética e autossuficiência para o produtor.

2.2 BIODIGESTOR COMO TECNOLOGIA SOCIAL

Uma das principais referências de cadastro de tecnologias sociais com foco no desenvolvimento rural e sustentabilidade é o Banco de Tecnologias Sociais (BTS) da Fundação Banco do Brasil (FBB), onde o biodigestor sertanejo está descrito como uma tecnologia social que produz biogás a partir de esterco animal, o qual é utilizado em fogões para a preparação da alimentação familiar.

Diversos autores associam o surgimento da tecnologia social a um processo anterior associado às tecnologias apropriadas. Rodrigues e Barbieri (2008), descrevem o surgimento deste movimento nas décadas de 1960 e 1970, segundo os quais, citando Kaplinski (1990), “estaria associado a uma reação aos padrões de crescimento econômico do pós-guerra”. Para além do termo tecnologia social os autores resgatam outros termos relacionados a exemplo da expressão *tecnologia intermediária* criado por Schumacher (1979), indicando, segundo os autores, “uma tecnologia que combina elementos das tecnologias tradicionais com os das tecnologias avançadas”. Os autores referem-se ainda aos termos tecnologia alternativa, defendida por Dickson (1974) e tecnologia suave, proposto por Clarke (1976).

Neste resgate histórico do surgimento da tecnologia social, Dagnino, Brandão e Novaes (2004, p.19) remetem à luta do povo Indiano contra o domínio britânico, onde os reformadores daquela sociedade tinha como estratégia de luta “a reabilitação e o desenvolvimento das tecnologias tradicionais, praticadas em suas aldeias”, tendo como grande referencial a roca de fiar, popularizada por Gandhi, reconhecido como primeiro equipamento tecnologicamente apropriado. Contudo, conforme os citados autores, o conceito de tecnologia apropriada (TA), é introduzido no mundo ocidental como resultado da criação, por Schumacher, do Grupo de Desenvolvimento da Tecnologia Apropriada e da publicação em 1973 do livro *Small is beautiful: economics as if people mattered*, traduzido para mais de quinze idiomas. Para os autores este movimento em torno da tecnologia apropriada perde impulso no início dos anos 1980 quando da expansão do pensamento neoliberal.

Dagnino, Brandão e Novaes (2004) defendem ainda o marco-analítico conceitual da tecnologia social como um processo cumulativo, tendo no centro a visão predominante de TA nos anos 1970 e no seu entorno elementos que os considera importante e que para ela convergem: crítica da TA, economia da inovação, sociologia da inovação, filosofia da inovação, análise de política e crítica à política de ciência e tecnologia (PCT) da América Latina (AL). Contudo, os autores sugerem que “a intenção do movimento de TA, de gerar uma tecnologia com atributos previamente conhecidos e especificados, não pôde ser materializada” e sugerem também que “uma agravante foi a ingênua expectativa, de alguns, de que o emprego de tecnologias alternativas pudesse por si só trazer a mudança do contexto em que elas operavam”.

Por fim Dagnino, Brandão e Novaes (2004), à cerca do marco conceitual da tecnologia social, afirmam que:

O marco da TS incorpora a ideia, contrária à do senso comum, de que o que existe na realidade é um processo de inovação interativo em que o ator diretamente envolvido com essa função inovativa contém (ou conhece) ao mesmo tempo, por assim dizer, tanto a “oferta” quanto a “demanda” da tecnologia. Portanto, a inovação tecnológica – e por extensão a TS – não pode ser pensada como algo que é feito num lugar e utilizado em outro, mas como um processo desenvolvido no lugar onde essa tecnologia vai ser utilizada, pelos atores que vão utilizá-la (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004, p. 57).

Ainda do ponto de vista conceitual, ganha notoriedade entre os autores o conceito adotado pela Rede de Tecnologia Social (RTS), o qual define que: “Tecnologia social são técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas na interação com a população, que representam soluções para a inclusão social” (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004. p. 91).

De forma resumida, Lassance Jr e Pedreira (2004 p. 68), tomando como exemplo de TS a multimistura, as cisternas de placas pré-moldadas e a montagem de cooperativas de catadores de lixo sugerem que as tecnologias, seus procedimentos e métodos, são pressupostos, pois “são uma condição necessária mas não suficiente”; precisam ser estruturados em modelos flexíveis, “nem tudo que é viável em um lugar pode sê-lo, da mesma forma, em outro”; e cumprem pelo menos quatro fases essenciais: a criação, viabilidade técnica, viabilidade política e a viabilidade social.

El-Deri (2014) descrevendo sobre a emergência das tecnologias sociais acrescenta que as estas têm dimensão local, aplicando-se a pessoas, famílias, cooperativas e associações, característica segundo a qual “se configuram numa vantagem, pela contextualização, e numa dificuldade, face a necessidade de adaptação para universalização”. Por último, a autora sugere que:

TS são técnicas e procedimentos associados a construção coletiva do saber, que facilitam a inclusão social, o empoderamento das pessoas e a melhoria da qualidade de vida. Estas tecnologias são construídas socialmente, por meio de conhecimentos coletivos ou técnico-científicos e sociais, no sentido de que os grupos de pessoas, fatores edafoclimáticos e sociopolíticos influenciam não apenas a forma final que toma a tecnologia, mas o conteúdo (EL-DERI, 2014).

2.3 BIOGÁS: O QUE É E COMO É GERADO

É possível observar um importante interesse no universo acadêmico sobre o aproveitamento de resíduos orgânicos para produção de biogás. São mais de sessenta e duas mil referências no Google Acadêmico a esta temática e mais de quarenta e nove mil no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) que fazem referência a esta temática. São estudadas diversas fontes de resíduos orgânicos para a produção do biogás com destaque para esterco de origem animal: suinocultura, bovinocultura, caprinocultura e da avicultura, além de resíduos orgânicos acumulados em aterros sanitários.

O biogás é obtido por meio de um processo biológico de transformação de matéria orgânica levando à emissão do gás natural. Esta transformação por meio da decomposição ocorre na ausência de oxigênio, em ambiente anaeróbio, com auxílio de bactérias que resulta na liberação de uma mistura gasosa denominada de biogás. Conforme apresentado por Karlsson et al. (2014), o biogás é constituído por uma mistura de gás metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), sendo necessário diferentes grupos de microrganismos que atuam combinado com uma série de fatores que afetam a composição do biogás produzido. Deste processo resultam também resíduos sólidos com grande potencial para ser utilizado como fertilizante. Os dados apresentados na Tabela 1 indicam que a composição do biogás bruto é formado por um terço de metano, um terço de outros gases, como: H_2S (gás sulfídrico), O_2 (oxigênio), NH_3 (amônia) e um terço de dióxido de carbono (KARLSSON et al., 2014 p. 10).

Para Bley Jr. (2014, p. 21) o biogás na natureza é resultante da ação degradativa de microrganismos sobre a biomassa dos resíduos orgânicos.

Conforme demonstrado no Manual de Treinamento em Biodigestor, organizado por Oliver et al. (2008), com apoio da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID), o poder calorífico do biogás é de 5.000 a 7.000 kcal/m³ e em relação a outras fontes de energia, 1 m³ de biogás equivale a 0,45 litro de gás de cozinha ou 1,5 kg de lenha. Segundo o instituto a composição do biogás pode variar de acordo com a natureza da matéria-prima utilizada para fermentação, mas proporcionalmente pode apresentar composição conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Gases e proporção na composição do biogás

Composição do Biogás	
Gases	%
Metano (CH ₄)	50 a 70
Dióxido de carbono (CO ₂)	30 a 40
Nitrogênio (N ₂)	0 a 10
Hidrogênio (H ₂)	0 a 5
Oxigênio (O ₂)	0 a 1
Gás sulfídrico (H ₂ S)	0 a 1
Vapor d'água	0,3

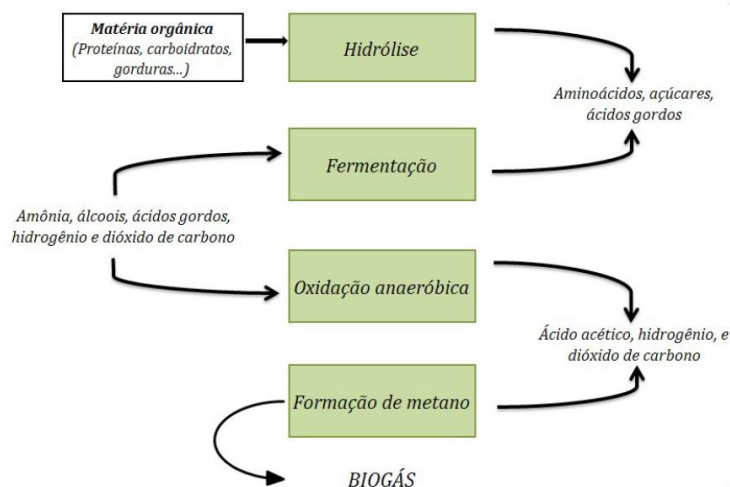
Fonte: Karlsson et al. (2014).

Oliveira e Higarashi (2006), indicam que o metano, principal componente do biogás, não tem cheiro, cor ou sabor, “mas outros gases presentes conferem-lhe um ligeiro odor de vinagre ou de ovo podre” ao tempo que chamam atenção para a presença de gases corrosivos, como é o caso do H₂S (ácido sulfídrico). Segundo esses autores os gases corrosivos constituem o principal problema para a viabilização de seu armazenamento e na produção de energia, podendo reduzir a vida útil de equipamentos mais sofisticados como motores de combustão, geradores, bombas e compressores, havendo a necessidade da indústria brasileira em avançar no desenvolvimento de materiais e equipamentos mais adequados e confiáveis.

A conversão da matéria orgânica em biogás ocorre em quatro etapas, conforme demonstrado na Figura 2:

- a) hidrólise, fase inicial do processo onde ocorre a digestão e quebra do material orgânico em pequenas moléculas que alimentarão os microrganismos, tirando proveito da energia contida nas moléculas;
- b) fermentação, etapa de continuidade, inclusive com a presença da maioria dos microrganismos presentes na etapa anterior, no entanto surge a formação de ácidos orgânicos (acético, butílico e láctico), álcoois, amoníaco, hidrogênio e dióxido de carbono, que resultam das reações;
- c) oxidação anaeróbica, também conhecida como acetogênese. Nesta fase as moléculas rompem-se em moléculas ainda menores exigindo boa interação entre os microrganismos produtores de metano; e,
- d) formação de metano, última etapa do processo também conhecida como metanogênese, (KARLSSON et al., 2014 p11).

Figura 2 - Etapas da digestão anaeróbica



Fonte: Karlsson et al. (2014).

Bley Jr. (2014) ressalta que há o costume com fontes de energia condensadas, tangíveis e visíveis como o carvão, madeira, palhas ou fontes em forma líquida como o petróleo, etanol e biocombustíveis. Contrariamente, o gás é um produto energético triplamente invisível: quimicamente, por ser um gás; economicamente, uma vez que falta valorização econômica das atividades que geram matéria-prima para sua produção (resíduos e efluentes orgânicos); e, politicamente, por não fazer parte do planejamento da matriz energética.

Santos (2016) destaca que o biogás pode ser produzido a partir da fração orgânica dos resíduos urbanos, lodo de estação de tratamento de esgoto e de efluentes industriais, resíduos da indústria de alimentos e de bebidas, além de vinhaça. Contudo a autora destaca a necessidade de um processo de limpeza e pureza do biogás, sendo a limpeza a partir da remoção de impurezas, tais como sulfetos, amônia, siloxanos, além de gotas d'água e umidade. A autora coloca também a necessidade de purificação por meio da remoção de dióxido de carbono e de nitrogênio, no caso dos aterros sanitários.

Outra importante fonte de matéria prima para a produção do biogás é o esterco animal, diferenciada por tipo de animal. Neste aspecto fazemos referência ao estudo “*Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil*”⁶, o qual se dedicou a fazer um levantamento bibliográfico sobre metodologias existentes para estimar a produção de biogás, com o objetivo de propor uma metodologia no âmbito da Rede BiogásFert, (MITO, 2018).

⁶ Documento da Rede BiogásFert, liderado pelo Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás-ER) e a Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), por meio do Centro Internacional de Hidroinformática (CIH), em conjunto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Itaipu Binacional.

No que trata da capacidade de produção de metano pelo dejetto, de bovino de corte, bovino de leite e suínos, o trabalho compara as metodologias adotadas pelo IPCC⁷ (2006), EU-Agro Biogás (2015), CIBiogás-ER (2015) e Chen (1983), sendo a metodologia desenvolvida por Che (1983) a adotada pela Rede BiogásFert. Essa metodologia apresenta os parâmetros qualitativos de capacidade de produção biogás pelo dejetto animal conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros qualitativos adotados na Rede BiogásFert para bovinos de leite, bovinos de corte e suínos

Tipo de Rebanho (categoria)	Concentração de sólidos voláteis SV ($G_{SV} L^{-1}$)	Capacidade de produção de metano pelo dejetto B_0 ($m^3_{CH_4} kg_{SV}^{-1}$)	Produção de efluentes ($L animal^{-1} dia_{-1}$)
Bovino de corte	80,19	0,23	43,9
Bovino de leite	68,59	0,21	93,7
Suínos	35,38	0,32	-

Fonte: Adaptado de MITO (2018).

Com base no estudo coordenado por Mito (2018), a Rede BiogásFert adota valores, por categoria, para produção de diária de efluentes por suínos, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Valores de produção de efluentes por suínos adotados na Rede BiogásFert para dados categorizados

Categoria	Produção de efluentes ($L animal^{-1} dia_{-1}$)
Leitão creche	1,40
Crescimento e terminação	7,00
Matriz (macho)	9,00
Matriz (fêmea)	16,00
Maternidade	27,00

Fonte: Adaptado de Mito (2018).

Considerando as estimativas por plantel total, por espécie animal, não categorizados, a Rede BiogásFert adota os seguintes parâmetros (Tabela 4):

Tabela 4 - Valores de produção de efluentes por tipo rebanho adotados na Rede BiogásFert para dados não categorizados

Tipo de Rebanho (categoria)	Concentração de sólidos voláteis SV ($G_{SV} L^{-1}$)	Capacidade de produção de metano pelo dejetto B_0 ($m^3_{CH_4} kg_{SV}^{-1}$)	Produção de efluentes ($L animal^{-1} dia_{-1}$)
Suínos	35,38	0,32	10,28
Bovinos	74,38	0,22	68,83

Fonte: Mito (2018).

⁷ IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, da sua denominação em inglês Intergovernmental Panel on Climate Change.

Como meio de facilitar o entendimento e o dimensionamento da capacidade de produção de biogás a partir de um determinado grupo de animais, a Rede BiogásFert disponibiliza um simulador virtual, muito prático e de fácil acesso, que permite fazer estimativas da produção diária de biogás, de biofertilizante e produção diária de dejetos e de gás metano, para diferentes categorias de rebanho bovino e suínos. Considerando, portanto, um plantel composto por um animal em cada uma das categorias disponíveis no simulador, é possível chegarmos as seguintes estimativas diárias de produção (Tabela 5):

Tabela 5 - Simulação de produção diária de biogás, biofertilizante, dejetos e metano, de diferentes categorias de bovinos e suínos

Tipo de Rebanho	Categoria	Quantidade de animais	Biogás (m ³ /dia)	Biofertilizante (m ³ /dia)	Dejeto (m ³ /dia)	Metano (m ³ /dia)
Bovino	Bovino de corte	1	1,24	0,04	0,04	0,81
Bovino	Bovino de leite	1	2,09	0,09	0,09	1,36
Suíno	Crescimento/ Terminação	1	0,2	0,01	0,01	0,13
Suíno	Leitão Creche	1	0,26	0,01	0,01	0,17
Suíno	Leitão Maternidade	1	0,5	0,03	0,03	0,32
Suíno	Matriz Fêmea	1	0,3	0,02	0,02	0,19
Suíno	Matriz Macho	1	0,17	0,01	0,01	0,11

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020). Extraído do simulador virtual da Rede BiogásFert.

De modo complementar analisamos o trabalho de Palhares e Gebler (2014) o qual nos permite aproximar o entendimento acerca dos números relativos à produção de biogás a partir de dejetos animais. Inicialmente os autores fazem referências a fatores que podem interferir na geração do biogás, como temperatura, pH e manejo do rebanho, além da característica do resíduo. Segundo esses autores “essa diferença na capacidade de geração de biogás está associada a vários fatores, como dieta dos animais e sistema digestivo, que fazem com que sejam produzidos resíduos de características distintas com diferentes potencialidades na produção de biogás” (Tabela 6).

Tabela 6 - Potencial de produção de biogás a partir de diferentes resíduos animais

Animal (peso vivo)	Kg de esterco animal ⁻¹ dia ⁻¹	m ³ biogás kg esterco ⁻¹	m ³ biogás kg SV ⁻¹	m ³ biogás kg animal ⁻¹ d ⁻¹
Bovino (500 kg)	10-15	0,038	0,094-0,31	0,36
Suíno (90 kg)	2,3-2,8	0,079	0,37-0,50	0,24
Aves (2,5 kg)	0,12-0,18	0,050	0,31-0,62	0,014

SV = sólidos voláteis

Fonte: Palhares e Gebler (2014) apud Oliveira (1993).

Outro elemento importante trazido pelos autores é que “o parâmetro sólidos voláteis (SV) é muito utilizado para avaliação das capacidades de geração de biogás, pois está associado à fração biodegradável do efluente”. Exemplificando tal afirmação, os autores utilizam como referência que numa porção de 1.000 kg de matéria seca, no processo inicial é composta por 75% de sólidos voláteis e 25% de sólidos fixos, podendo resultar, a depender do tipo de biodigestor utilizado, numa porção de 70% de sólido digerido (sólidos voláteis 45% e sólidos fixos 25%) e 30% de biogás (CH₄ e CO₂).

Quanto a utilização, é possível identificar referência a diversos tipos de uso do biogás como fonte alternativa de energia. Por exemplo, Esperancini et al. (2007) avaliaram os benefícios referentes ao fornecimento de energia elétrica e térmica, a partir do biogás, para cinco domicílios e para atividades produtivas, em assentamento rural do município de Itaberá, Estado de São Paulo.

2.4 MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC, 2008), define mitigação a partir do seguinte entendimento:

Entende-se por mitigação, as mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e aumentem os sumidouros de carbono (PNMC, 2008 p. 27).

As discussões em torno da produção do biogás não se resumem a um debate técnico sobre o processo de fermentação e eficiência de modelos de biodigestores. Está também associada ao debate mais amplo sobre sustentabilidade ambiental, necessidade crescente de produção de energia limpa, maximização do uso dos recursos naturais e especialmente relacionada à redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE). Nesta temática pesa a opinião de especialistas expressadas no *Relatório 6 – Mudanças Climáticas e possíveis alterações nos Biomas da América do Sul*, o qual revela que o aquecimento global, provocado pelo aumento da emissão de gases do efeito estufa na atmosfera terrestre, pode provocar mudanças nos ecossistemas terrestres com mudanças nos padrões globais de vegetação (NOBRE et al., 2007 p. 7).

Nesta perspectiva, cresce a necessidade de avançar no sentido de ampliar a utilização de fontes de energia renováveis, não poluentes ou de baixa emissão de gases do efeito estufa em detrimento das energias não renováveis, principais emissoras de GEE. Dados apresentados pela

Empresa de Pesquisa Energética (EPE), prestadora de serviço do Ministério de Minas e Energia, indicam que a participação das fontes renováveis na matriz energética nacional no período de 2008 a 2018 não sofreu alteração significativa, variando negativamente, quando avaliada a participação das fontes renováveis, as quais contribuíram com 45,6% da matriz energética nacional no ano de 2008 e passaram a representar 45,3% no ano de 2018, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Participação das diferentes fontes de energia na matriz energética nacional, no período de 2008 a 2018

Fontes de energia	Participação (%)	
	2008	2018
Não Renováveis	54,5	54,7
Petróleo e Derivados	36,7	34,4
Gás Natural	10,3	12,5
Carvão Mineral e Coque	5,5	5,8
Urânio (U ₃ O ₈)	1,5	1,4
Outras não renováveis	0,5	0,6
Renováveis	45,5	45,2
Biomassa (derivados da cana)	17,0	17,4
Hidráulica	14,1	12,6
Lenha e Carvão Vegetal	11,6	8,4
Outras renováveis	2,8	5,3
Eólica	-	1,4
Solar	-	0,1

Fonte: Adaptado de EPE (2019).

Registra-se, portanto, no período acima mencionado, uma redução de 2,3 p.p. da participação dos derivados do petróleo, entretanto o uso do gás natural tem aumentado sua participação em 2,2 p.p. Percebe-se, contudo, que ocorrem mudanças da participação no âmbito das fontes renováveis, com redução de 1,5 p.p. na utilização da energia hidráulica, 3,2 p.p. na utilização de lenha e carvão vegetal e ainda aumento da participação de outras renováveis de 2,5 p.p. e surge no ano de 2018 o início da contribuição da energia solar, com 0,1% da matriz energética nacional (EPE, 2019 p. 56).

A avaliação da Empresa de Pesquisa Energética em relação ao papel dos biocombustíveis na matriz energética nacional destaca o reconhecimento internacional do Brasil quanto à disponibilidade destes recursos, bem como a expressiva participação dos biocombustíveis na matriz veicular, uma vez que toda gasolina automotiva comercializada contém 27% do etanol anidro, assim como ao diesel comercializado é adicionado 10% de biodiesel (EPE, 2019 p. 54).

Apesar da diversificação da matriz energética nacional, o biogás ainda não consegue

destaque enquanto fonte renovável de potencial energético de larga escala, e nem mesmo os números apresentados na composição da matriz energética nacional nos permite mensurar efetivamente sua participação, reconhecida pela EPE como incipiente, vejamos:

As políticas públicas adotadas pelo Governo Federal ao longo dos anos, associadas às condições naturais do país, possibilitaram que o Brasil apresente uma grande diversidade de fontes renováveis na sua matriz energética. Tal variedade compreende os biocombustíveis líquidos, predominantemente etanol e biodiesel; os biocombustíveis sólidos, sendo o mais relevante o bagaço de cana; e os gasosos, com participação ainda incipiente do biogás (EPE, 2019 p. 55).

Do ponto de vista da emissão de gases de efeito estufa (GEE), o estudo do Observatório do Clima sobre emissões de GEE do setor agropecuário, com base nos dados do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito (SEEG), ressalta um crescente aumento nas emissões de CO₂ equivalente (CO₂e) no período de 1970 a 2014. No ano de 2016 as emissões chegaram a 1500 Mt, sendo 22% das emissões brutas e 30% das emissões líquidas provenientes da agropecuária e, desta contribuição, 30% são de emissões diretas (agricultura e pecuária) e 6% de emissões indiretas (mudanças no uso da terra) (SEEG, 2018).

Conforme detalhamento apresentado pelo referido observatório, 65% da emissão de CO₂e pela agropecuária provém da fermentação entérica e outros 29% dos solos agrícolas. Os bovinos de corte são responsáveis por 69% das emissões, seguido dos bovinos de leite com 10%, suínos 2%, aves 2% e outros animais 3%. Ao analisar a participação dos Estados na emissão de CO₂e pelas atividades agropecuárias, no ano de 2016, o estudo apresenta o seguinte ranking: Mato Grosso 12%; Minas Gerais 11%, Rio Grande do Sul e Goiás com 10% cada, Mato Grosso do Sul e Pará com 8% cada; São Paulo e Paraná com 6% cada; Bahia e Roraima com 5% cada; Santa Catarina 3% e os demais Estados com 16% da emissão de CO₂e (SEEG, 2018).

Dados mais recentes processados pelo Observatório do Clima, por meio do Sistema de Estimativas de Emissão de Gases (SEEG, 2020), indicam que dentre os diversos setores na emissão de GEE, a atividade agropecuária passou a contribuir com 25% das emissões, mantendo-se as mudanças no uso da terra como a atividade de maior contribuição, sendo a pecuária responsável por 70% das emissões do setor. Contudo ao “investigar o impacto que a pandemia de Covid-19 tem sobre as emissões brasileiras de gases de efeito estufa e na trajetórias das emissões no ano de 2020”, o SEEG, 2020, estima uma tendência de aumento das emissões no setor agropecuário, isto em função da redução do abate de bovinos, pois, “com menos abates, mais bovinos estariam sendo retidos no campo e, portanto, emitindo GEE” (SEEG, 2020).

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC, 2008), faz referência a diversas práticas de mitigação como parte das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas – as NAMAs, dentre as quais o uso de biodigestores para o manejo de dejetos na suinocultura, com 32 projetos de uso de biodigestores para redução de emissões de CH₄ nesta atividade. Segundo o PNMC, 2008, dependendo da metodologia e da dimensão dos projetos, 70% do total das emissões quantificadas para a linha de base seriam evitadas, podendo chegar a aproximadamente 90%.

2.5 USO DE BIODIGESTOR NA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

2.5.1 Dimensões e características do Semiárido

Conforme dados da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 2018), na atual configuração determinada pelas Resoluções do Conselho Deliberativo nº 107, de 27/07/2017 e nº 115, de 23/11/2017, o Semiárido Brasileiro, compreende uma área de 1.128.687,4 km², correspondente a 13% do território nacional e 64,8% do território nordestino. É composto por 1.262 municípios, pertencentes aos nove estados que formam a Região Nordeste do Brasil acrescido de municípios do norte do Estado de Minas Gerais.

O Semiárido Brasileiro compreende uma população de 27.959.250 de pessoas (IBGE, 2018), correspondendo a 13% da população brasileira e 49% da população do Nordeste brasileiro. O Estado de Pernambuco apresenta-se com 123 municípios dentro dos limites geográficos do Semiárido, com 87.340,62 km², 87,8% do território, e uma população de 4,2 milhões de pessoas (IBGE, 2018), equivalente a 42,2% da população do Estado. Segundo a Sudene (2018) os municípios são incorporados nesta delimitação geográfica a partir dos seguintes critérios: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; índice de aridez de Thornthwaite⁸ igual ou inferior a 0,50; e, percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

2.5.2 Agricultura familiar

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a agricultura familiar está presente em 77% dos estabelecimentos rurais do Brasil, porém ocupando apenas 23% em área. Na Região Nordeste este segmento atinge 79% dos

⁸ Considera-se para determinação do Índice de Aridez a evapotranspiração potencial e precipitação. O índice foi adotado em 1991 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) para classificação climática, com três faixas: subúmido, seco e semiárido (LOPES; LEAL, 2015).

estabelecimentos e cerca de 37% da área deles. No Estado de Pernambuco representa 83% dos estabelecimentos e ocupa 52% da área, mostrando-se acima da média regional e nacional.

Van Der Ploeg (2014) considera a agricultura familiar uma “forma de vida”, assim como algo cada vez mais difícil de compreender, por diversas razões, dentre as quais cita:

- a. Se contrapõe à concepção burocrática, aos protocolos formalizados e à lógica industrial que dominam cada vez mais nossas sociedades;
- b. Por ser, em essência, um fenômeno complexo e multidimensional;
- c. Não se define somente pelo tamanho do estabelecimento, como quando se fala da agricultura de pequena escala, mas sim pela forma com que as pessoas cultivam e vivem.

De modo complementar, ele apresenta, a partir de sua perspectiva, dez qualidades da agricultura familiar, as quais estão elencadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens da Agricultura Familiar na perspectiva de Van Der Ploeg (2014)

1. A agricultura familiar tem o controle sobre os principais recursos.
2. É onde a família investe a maior parte de sua força de trabalho.
3. O estabelecimento satisfaz múltiplas necessidades da família, enquanto a família administra as potencialidades e as limitações do estabelecimento, além de prover os meios para o seu funcionamento.
4. Os estabelecimentos familiares proporcionam à família agricultora uma parte – ou a totalidade – de sua renda e dos alimentos consumidos
5. O estabelecimento familiar não é só um lugar de produção. É também o lar da família agricultora.
6. A agricultura familiar é parte de um fluxo que une passado, presente e futuro.
7. O estabelecimento familiar é o local onde experiências são acumuladas, o aprendizado tem lugar e o conhecimento é transmitido à geração seguinte de maneira sutil, porém determinada.
8. O estabelecimento familiar é um lugar onde se vivencia e se preserva a cultura
9. A família e o estabelecimento são também partes integrantes da economia rural;
10. O estabelecimento familiar faz parte da paisagem rural.

Fonte: Adaptado de Van Der Ploeg (2014).

Conforme descreve Veiga (1996 p. 385) a consolidação da agricultura familiar resulta de um conjunto de fatos históricos, remotos ao século XIX, associados ao surgimento do “high farming”, no sul da Inglaterra, termo utilizado para identificar uma agricultura de tipo patronal, na qual o processo produtivo era organizado por um capitalista e executado por multidões de assalariados. Para ele a passagem dos séculos XIX e XX é marcada por uma súbita admiração de especialistas britânicos pelo campesinato francês, passando a agregar uma política fundiária que fomentasse a agricultura familiar. Segue então um conjunto de fatos que caracterizam conflitos e surgimento de movimentos pró reforma agrária, resultando, na Inglaterra, a lei de

1891 que autorizou os County Councils⁹ a criarem estabelecimentos agrícolas familiares com área de 50 acres.

O fenômeno que Newby (1987) chamou de “aristocratic diaspora from the land” engendrou uma mudança decisiva na estrutura de classes da sociedade rural. E durante o breve século XX foi a forma familiar de produzir que se consolidou no berço do “high farming” (VEIGA, 1996, p. 385).

O Brasil é citado por Veiga (1996) como opção inversa, de enorme tolerância com a oligarquia fundiária e claro favorecimento da agricultura patronal, com exceção do extremo sul até o Sudoeste do Paraná onde o processo de colonização permitiu a afirmação da agricultura familiar.

Mattei (2014), fazendo referência a um período mais recente e ao processo de modernização da agricultura brasileira, coloca que as políticas públicas para a área rural privilegiaram os setores mais capitalizados e a esfera produtiva das commodities e defende que a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), representou a legitimação, por parte do Estado Brasileiro, de uma nova categoria social – os agricultores familiares – até então marginalizados.

Ainda em relação ao período mais recente, a formulação de políticas públicas para a agricultura familiar passam a ser configuradas com base na Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, a qual estabelece requisitos relacionados a quantidade de módulos fiscais, uso de mão-de-obra nas atividades econômicas, origem da renda familiar e gestão do estabelecimento rural como requisitos para definição de agricultor familiar e empreendedor familiar rural.

2.5.3 Agricultura familiar pernambucana

O rural pernambucano, segundo o último Censo Agropecuário do IBGE 2017, é representado por 281.688 estabelecimentos rurais, ocupando uma área de 4,47 milhões de hectares. O mesmo levantamento, no ano de 2006, indicou a existência de 304.790 estabelecimentos, ou seja, uma redução de 7,6% entre os dois levantamentos. Fazendo este mesmo comparativo em relação aos períodos anteriores observa-se uma redução da área ocupada pelos estabelecimentos rurais, a partir dos anos 1980, chegando na ordem de 33% no comparativo entre 2017 e 1985, conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Confronto dos resultados dos dados estruturais dos Censos Agropecuários - 1975/2017, Pernambuco, 2017

Dados estruturais	Censos
-------------------	--------

⁹ Conselhos Municipais (tradução minha)

	1975	1980	1985	1995-1996	2006	2017
Estabelecimentos	316.562	330.701	356.041	258.630	304.790	281.688
Área total (ha)	6.294.682	6.655.794	6.699.919	5.580.734	5.434.076	4.471.219

Fonte: IBGE, Censos Agropecuários 1975/2017.

Em relação a representatividade por condição legal do produtor, o Censo Agropecuário 2017 indica que os estabelecimentos da agricultura familiar, conforme parâmetros estabelecidos na Lei nº 11.326 de 24 de setembro de 2017, totalizam 232.611 unidades de produção, representando 83% dos estabelecimentos do Estado, ocupando uma área de 2,32 milhões de hectares, os quais representam 52% da área total dos estabelecimentos (Tabela 9).

No estudo anterior, Censo Agropecuário 2006, este segmento representava 275.720 estabelecimentos, representando 90% do total do Estado, e ocupava uma área de 2,56 milhões de hectares, equivalente a 47% do total de área dos estabelecimentos rurais. Neste período (2006 a 2017) os números relacionados ao quantitativo de estabelecimentos não familiares indicam um aumento de 68%, passando de 29.070 para 49.077 unidades de produção, porém com área total reduzida em 25%, de 2,86 para 2,15 milhões de hectares.

Tabela 9 - Condição legal do produtor, segundo a agricultura familiar e Pronaf, Pernambuco, 2017

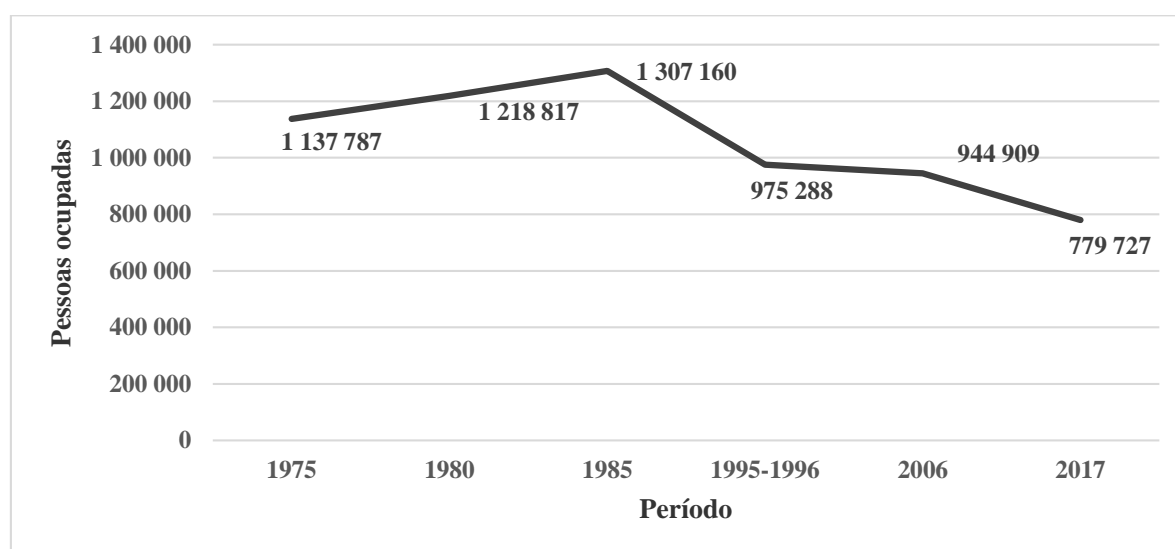
Total, agricultura familiar e Pronaf	Estabelecimentos	Área (ha)
Total	281.688	4.471.219
Agricultura familiar- Lei-11.326 de 24-07-2017		
Não pertence à agricultura familiar	49.077	2.149.664
Agricultura familiar	232.611	2.321.555

Fonte: IBGE, 2017

O Censo Agropecuário 2017 indica também que a principal atividade dos estabelecimentos da agricultura familiar é a produção de alimentos, pois para 68% dos entrevistados a principal finalidade é o consumo próprio e de pessoas com laços de parentescos com o produtor e outros 32% declaram que a principal finalidade é a comercialização da produção (inclusive troca ou escambo). As terras são utilizadas prioritariamente para a pecuária (48% dos estabelecimentos e 66% da área) e para a produção de lavouras temporárias, com 39% dos estabelecimentos e 27% da área com produção. No aspecto geração de renda, os dados indicam que para 75% dos estabelecimentos da agricultura familiar a renda alcançada com atividades desenvolvidas na unidade de produção é menor que outras rendas (IBGE, 2017).

A produção de alimentos é também geradora de emprego e ocupação no campo. Os dados do Censo Agropecuário de 2006 indicavam que a atividade agropecuária no Estado de Pernambuco mantinha ocupado um contingente de 944.909 pessoas, sendo a agricultura familiar equivalente a 81,3% deste total. Os resultados apresentados no estudo do IBGE de 2017 aponta para uma significativa queda das pessoas ocupadas no campo, iniciada nos anos 80, de 17,5% em relação ao levantamento de 2006, totalizando 779.727 pessoas ocupadas no meio rural (Gráfico 1). Neste último levantamento a agricultura familiar é responsável pela ocupação de 578.860 pessoas, representando 74% do total de ocupação pelas atividades da agropecuária.

Gráfico 1 - Pessoal ocupado no campo, Pernambuco, 1975 a 2017



Fonte: IBGE (2017).

Em relação a produção de alimentos, o Censo Agropecuário de 2006 foi inovador, no sentido de estimar a produção por categoria de produtor ao tempo que apresentou elementos que afirmaram a agricultura familiar como responsável direta pela produção de aproximadamente 70% dos alimentos consumidos pela população brasileira, sendo também grande responsável pela segurança alimentar e nutricional do nosso País. O Censo Agropecuário 2017 reafirma este importante papel da agricultura familiar na produção de alimentos básicos. Os números relacionados a Pernambuco indicam que este segmento é responsável pela produção de mais de 70% dos principais alimentos, chegando a 87% no caso da mandioca e macaxeira, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Produção na lavoura temporária, segundo a agricultura familiar (AF), Pernambuco, 2017

Produtos	Nº de Estabelecimentos	Produção da AF	Venda	
			Quantidade (t)	Valor

		%		(1.000 R\$)
Algodão	44	90%	23	38
Arroz em casca	40	78%	1.022	941
Cana-de-açúcar	5.252	8%	795.594	77.335
Feijão (de Cor, de Corda, Preto e Verde)	140.635	85%	7.765	16.778
Mandioca e Macaxeira	33.190	87%	99.073	73.209
Milho (grãos)	95.207	79%	5.114	3.428
Banana	29.880	71%	133.159	129.277
Laranja	19.491	77%	5.251	4.940

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017.

Os bovinos, aves e suínos são as principais fontes geradoras de matéria-prima para produção de biogás, quando de utiliza dejetos animais. Estes rebanhos estão presentes de forma significativa nos estabelecimentos da agricultura familiar do Nordeste: o rebanho bovino está presente em 48% dos estabelecimentos da agricultura familiar, as aves em 59%, e o rebanho suíno, em menor número, em 25% dos estabelecimentos (IBGE, 2017). No Estado de Pernambuco, esta participação se dá no mesmo nível que a produção das lavouras temporárias. Todavia, cabe uma análise dos dados apresentados no Censo Agropecuário 2017, por tipo de rebanho, conforme demonstrado na Tabela 11.

Tabela 11 - Criação, efetivo e venda de animais, segundo a agricultura familiar e Pronaf - Pernambuco – 2017

Rebanho	Estabelecimentos		Rebanho (cabeças)		Venda (em milhões R\$)	
	Total	Agricultura Familiar (%)	Total	Agricultura Familiar (%)	Total	Agricultura Familiar (%)
Galinhas	143.240	84,0	34.312.788	32,4	687,6	15,6
Caprinos	58.143	79,8	1.415.953	72,7	49,4	76,1
Ovinos	59.460	79,9	1.133.305	71,8	63,2	73,3
Suínos	45.961	83,5	260.934	75,0	72,5	68,4
Bovinos*	107.939	84,3	1.284.796	62,6	635,9	62,5

Fonte: IBGE, 2017

(*) – Categorias: matrizes e reprodutores; cria, cria e engorda; e, abate.

As especificidades de produção e distribuição dos rebanhos são as seguintes:

- a) A produção de galinhas ocorre em 143.240 estabelecimentos, destes 120.388 (84%) estão classificados como da agricultura familiar, onde se encontra 32% do rebanho identificado. Segundo o IBGE, a atividade da avicultura movimentou, em 2017, R\$ 687,6 milhões de reais, sendo R\$ 107,1 milhões (15,6%) gerados nos estabelecimentos da agricultura familiar;
- b) A produção de caprinos é identificada em 58.143 estabelecimentos, sendo 80%

caracterizados como sendo da agricultura familiar, responsáveis por 73% do efetivo do rebanho e 77% do quantitativo de animais comercializados e por 76% dos recursos gerados pela venda de caprinos. A comercialização de caprinos foi identificada em 43% dos estabelecimentos da agricultura familiar, dando a esta atividade característica de dupla aptidão: consumo e venda. Já o leite caprino é produzido em apenas 2.025 estabelecimentos, sendo 83% destes da agricultura familiar, responsáveis por 75% da produção e 73% desta produção destinada ao mercado. Segundo o IBGE, em 2017, a venda de caprinos movimentou R\$ 49,4 milhões, sendo 37,6 milhões (76,1%) originários dos estabelecimentos da agricultura familiar;

- c) A criação de ovinos ocorre em 59.460 estabelecimentos, 80% destes caracterizados como sendo da agricultura familiar, com 72% do rebanho e 75% da venda de animais e 73% dos recursos resultantes da venda, que ocorre em 47% dos estabelecimentos da agricultura familiar, seguindo as mesmas características da criação de caprinos. Segundo o IBGE, a venda de ovinos, em 2017, movimentou R\$ 63,2 milhões, sendo 46,3 milhões (73,2%) dos estabelecimentos da agricultura familiar;
- d) Os suínos estão presentes em 45.961 estabelecimentos, 83% destes identificados como da agricultura familiar, com 75% do rebanho e 72% da venda de animais e 68% dos recursos gerados pela venda, que ocorre em 52% dos estabelecimentos da agricultura familiar, também caracterizando a atividade como sendo de dupla aptidão. Segundo o IBGE a venda de suínos, em 2017, movimentou em torno de R\$ 72,5 milhões, sendo 49,6 milhões (68,4%) gerados nos estabelecimentos da agricultura familiar;
- e) A bovinocultura é desenvolvida em 107.939 unidades de produção, destes 84% caracterizadas como da agricultura familiar, as quais são responsáveis por 63% do efetivo do rebanho. Do total de estabelecimentos com esta atividade, 49% tem rebanho com menos de 50 cabeças, sendo 87% de estabelecimentos da agricultura familiar. O rebanho de até 50 cabeças movimentou, em 2017, R\$ 426,0 milhões, sendo 350,3 milhões (82%) nos estabelecimentos da agricultura familiar. A venda total de bovinos movimentou, no ano de 2017, R\$ 635,9 milhões, sendo os estabelecimentos da agricultura familiar responsáveis por 397,2 milhões (62%).

Para além da produção agrícola e pecuária, Mattos (2017) discute a pluriatividade e multifuncionalidade da agricultura familiar como elemento importante na agregação de renda

das famílias, os quais, segundo o autor, “cumpre um papel decisivo na estabilidade dos sistemas e na segurança alimentar da família”. No trabalho voltado para discutir a *Superação de calamidades sociais provocadas pela seca através das ações em defesa da convivência com o Semiárido*, no capítulo que trata sobre a pluriatividade da agricultura familiar e atividades não agrícolas, o autor afirma que:

As atividades não diretamente relacionadas à produção rural desempenham um papel importante na composição da renda, mesmo estando as propriedades situadas em localidades essencialmente rurais. Por vezes, o exercício dessas atividades se inicia com a venda de seus produtos oriundos da produção agrícola e pecuária. (MATTOS, 2017 p.181).

Para Mattos (2017) estas atividades não agrícolas são desencadeadas através do acesso a mercados locais, do comércio local praticado pelos agricultores e agricultoras (bodegas), do turismo rural, da prestação de serviços locais não agrícolas em tempo parcial ou temporário e da venda da força de trabalho pela migração.

2.5.4 Uso de biodigestores na agricultura familiar

Quadros (2009) por meio do seu livro: *Biodigestor na agricultura familiar do Semiárido*, defende o uso do biodigestor na agricultura familiar do Semiárido como meio de superar a escassez energética, resultantes de impactos econômicos e ambientais como consequência do uso de lenha e gás de cozinha. Nesta perspectiva, sugere o biodigestor como alternativa para aproveitamento do estrume dos caprinos e ovinos para geração de energia (biogás) e adubo (biofertilizante) e conclui, dentre outras questões, que o mesmo apresenta alto potencial de replicação na agricultura familiar por apresentar alta relação benefício/custo com a geração de biogás e adubo orgânico.

Em relação ao uso da lenha por famílias agricultoras, segundo Mattos e Krehbiel (2010), a população que habita as zonas rurais da região semiárida tem dependência direta do manejo dos recursos naturais, como água, solo e fontes de energia. Contudo, ressaltam que os estilos de vida no campo têm se aproximado daqueles nas zonas urbanas, a exemplo o uso do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) em detrimento do uso de lenha para cozimento.

Se antes, o uso da lenha ou carvão significava a autonomia de recursos, atualmente, à introdução de GLP tem representado um fator a mais de dependência. Além disso, o GLP representa uma fonte não renovável de energia, diferentemente da lenha. Mas mesmo a lenha, sendo potencialmente renovável, tem sido usada de tal maneira que o uso doméstico tem contribuído como um fator no desmatamento. A substituição da

lenha e carvão pelo GLP tem impactos também sobre a economia doméstica. (MATTOS; KREHBIEL, 2010 p. 316).

Para Specht (2012) o uso da lenha como combustível doméstico está normalmente associado a três principais aspectos negativos: danos devido à extração da madeira nas florestas; danos na saúde dos usuários diretos deste combustível ao lançar fumaça no interior das residências; e, emissões de gases que proporcionam o efeito estufa.

Todavia a busca por referências sobre o uso de biodigestores para geração de biogás como fonte alternativa de energia não nos retornou material suficiente para construção de um referencial associando as temáticas produções de biogás ou uso de biodigestores e agricultura familiar no Semiárido. A literatura é bastante robusta nos estudos relacionados ao uso do biodigestor no aproveitamento de dejetos para produção de biogás associado à suinocultura, avicultura e bovinocultura, notadamente nos estados das regiões sul e sudeste.

A referência, não acadêmica, mais recente sobre implantação de biodigestores em comunidades rurais do Semiárido Brasileiro consta no Banco de Tecnologias Sociais (BTS) da Fundação Banco do Brasil (FBB)¹⁰, a qual reconheceu o Biodigestor Sertanejo como uma Tecnologia Social, no ano de 2015. De acordo com informações apresentadas pela Diaconia ao banco de tecnologias sociais, haviam sido implantados, até 2015, 270 biodigestores nos municípios em que atua, com previsão de implantação de 500 unidades até final do ano de 2016. Entretanto, não foi possível verificar se essa meta atingida. Conforme dados da Diaconia, a implantação de biodigestores está distribuída geograficamente nos Estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia, Goiás, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No Nordeste a implantação de biodigestores está distribuída nos municípios listados no Quadro 3.

Quadro 3 - Municípios com Biodigestores implantados pela Diaconia

Estado	Municípios	Período/Ano
Pernambuco	Afogados da Ingazeira, São José do Egito, Tuparetama, Bom Conselho, Jupi, Carnaíba, Tabira.	2009 a 2014
Rio Grande do Norte	Umarizal, Caraúbas, Alexandria, Doutor Severiano, Caraúbas, Alexandria, Umarizal, Caraúbas.	2009 a 2014
Bahia	Ipirá, Serra Preta e Várzea do Poço	2015

Fonte: FBB/Banco de Tecnologias Sociais (2018).

Ressalta-se, contudo, que no banco de tecnologias sociais não dispõem de dados técnicos que permitam fazer uma análise qualitativa dos aspectos relacionados aos resultados ou impactos desta tecnologia na vida das famílias agricultoras que adotaram o biodigestor para

¹⁰ <http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/>

produção de biogás.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo está dividido em quatro subseções e tem como objetivo apresentar o caminho metodológico utilizado pela pesquisa, iniciando com elementos acerca da caracterização da área de estudo e em seguida descrevendo sobre a natureza da pesquisa, amostragem e análise dos dados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA OBJETO DE ESTUDO

O estudo considerou como foco geográfico os municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, localizados na mesorregião do Agreste Pernambucano (Figura 3), tomando como referência o quantitativo de biodigestores implantados naquele território pertencentes às famílias participantes do Projeto Biodigestor, executado pela Diaconia.

Figura 3 - Mapa da Divisão Geopolítica de Pernambuco



3.1.1 Bom Conselho

Segundo dados do IBGE (2020), disponíveis no portal Cidades, Bom Conselho conta com uma população estimada, para o ano 2019, em 48.554 pessoas, com densidade demográfica de 57,44 hab./km². A população urbana representa 65,4% e 34,6% residem no meio rural, com base nos dados do Censo Demográfico IBGE 2010. O município apresentava, em 2010, uma taxa de escolarização de 96,2%, na faixa etária de 6 a 14 anos. Em 2017 a nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos iniciais do ensino fundamental foi de 4,6 pontos e 3,8 pontos para os anos finais do ensino fundamental, ambos relacionados a rede

pública. No aspecto econômico, os dados indicam que o município apresenta renda per capita, no ano de 2017, de R\$ 9.980,17 sendo o 79º PIB¹¹ do Estado e 8º na Região de Desenvolvimento a que pertence. O orçamento municipal conta com 87,7% de receitas oriundas de fontes externas, as quais totalizaram no ano de 2017 em R\$ 97,4 milhões (Cidades IBGE, 2020).

O Censo Agropecuário (IBGE, 2017), revela que no município consta 2.710 estabelecimentos rurais, os quais ocupam uma área de 40.216 hectares, sendo 12,7% ocupados com lavouras temporárias, e outros 65% com pastagens naturais. A maioria dos estabelecimentos, 66,2%, pertencem a produtores individuais e 33,7% pertencentes a condomínio, consórcio ou união de pessoas. Tratando-se da condição do produtor em relação a terra, 83,0% dos estabelecimentos são de proprietário(a) inclusive os(as) coproprietários(as) de terras tituladas coletivamente. Outros 8,8% são de estabelecimentos de mandatário(a) (inclusive com termo de autorização de uso sustentável - taus) e 6,3% em relação de parceria.

No aspecto educacional, os estabelecimentos rurais onde o produtor nunca frequentou a escola representa 28,7% e em 34,1% o produtor frequentou a Classe de Alfabetização (CA). Em 13,8% dos estabelecimentos os produtores frequentaram o ensino regular fundamental ou 1º grau e em outros 7,6% frequentaram o técnico de ensino médio ou 2º grau (IBGE, 2017).

Em relação a produção, 93% dos estabelecimentos o produtor afirma não receber assistência técnica; 82% dizem não fazer uso de agrotóxicos e 79,1% não acessaram financiamento ou empréstimo. O rebanho bovino está presente em 48,3% dos estabelecimentos, com um rebanho de 26.762 animais e uma produção de leite na ordem de 21,9 milhões de litros/ano. O rebanho caprino está presente em apenas 52 estabelecimentos, com apenas 233 animais. Já os ovinos estão presentes em 14,9% dos estabelecimentos, com um rebanho de 3.646 animais. Os suínos estão presentes em 14,6% dos estabelecimentos com um rebanho de 2.565 animais. A criação de aves se apresenta um pouco mais expressivo, estando presente em 60,7% dos estabelecimentos e um rebanho de 106.000 animais e uma produção anual de 585.000 dúzias de ovos (IBGE, 2017).

3.1.2 Caetés

O município de Caetés, conforme dados do Portal Cidades (IBGE, 2020), possui uma população estimada, no ano de 2019, em 28.719 habitantes, com densidade demográfica de 80,66 hab./km². Os dados relacionados a trabalho e rendimento, referentes ao ano de 2018, indicavam um rendimento médio de 1,8 salários mínimos, com 7,8% da população ocupada.

¹¹ Produto Interno Bruto

Os dados educacionais indicam taxa de escolarização de 92,6% (dados de 2010) e IDEB dos anos iniciais do ensino fundamental (rede pública), de 4,9 e para os anos finais do ensino fundamental de 3,5, referentes ao ano de 2017. Os dados relacionados a economia apresentam um município com PIB per capita de R\$ 14.646,07, ocupando 24º lugar em relação ao Estado e o 4º lugar em relação a Região de Desenvolvimento (Cidades IBGE, 2020).

O Censo Agropecuário (IBGE, 2017), aponta que o município tem 4.463 estabelecimentos rurais, ocupando uma área de 21.673 hectares, sendo 50,7% dos estabelecimentos de proprietários individuais e 49,3% de condomínio, consórcio ou união de pessoas. Em relação a condição do produtor com a terra, o estudo indica que 83,5% dos estabelecimentos são de proprietário(a) inclusive os(as) coproprietários(as) de terras tituladas coletivamente. Os estabelecimentos em situação de comodato representam apenas 9% e outros 4,7% se encontram em situação de ocupação.

Em relação a escolaridade, Censo Agropecuário (IBGE, 2017), revela que no município de Caetés, em 23,6% dos estabelecimentos o produtor nunca frequentou a escola, outros 26,8% frequentaram Classe de Alfabetização (CA), 27,1% frequentaram o ensino regular do ensino fundamental ou 1º grau e 7,5% o ensino técnico de médio ou 2º grau.

O Censo Agropecuário (IBGE, 2017) indicam ainda os seguintes dados relacionados ao município:

- a) 95% dos estabelecimentos indicam não ter recebido assistência técnica
- b) 56% afirmam ter utilizado algum tipo de adubação;
- c) 93,4% dizem não ter utilizado agrotóxicos;
- d) 76% não acessaram financiamentos ou empréstimos;
- e) 99,9% dos estabelecimentos tem pessoal ocupado, com laço de parentesco com o produtor;
- f) Apenas 23 estabelecimentos dizem fazer uso de irrigação;

Em relação a pecuária, o município tem um rebanho de 12.248 bovinos, os quais estão presentes em 53,6% dos estabelecimentos. Um rebanho de 1.680 caprinos, criados em 8,6% dos estabelecimentos e um rebanho de ovinos presente em 15,4% dos estabelecimentos com 3.306 animais. Os suínos estão presentes em 16,3% dos estabelecimentos, com um rebanho de 2.815 animais. A criação de aves (galináceos) ocorre em 56,5% dos estabelecimentos, com um rebanho de 70.000 animais e uma produção de 104 mil dúzias de ovos por ano (IBGE, 2017).

3.1.3 Jupi

O município de Jupi apresenta uma população estimada, para o ano de 2019, de 14.836 pessoas. A densidade demográfica é de 130,53 hab./km², com base em dados de 2010. Em relação a trabalho e rendimento, o município apresentou, o ano de 2018, salário médio mensal dos trabalhadores formais de 1,7 salários mínimos, com 7,9% da população ocupada. No campo educacional, o município apresentou taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade de 96,3%, com base nos dados de 2010, e no ano de 2017, o IDEB para os anos iniciais do ensino fundamental, da rede pública, foi de 5,6 e para os anos finais de 5,0. A renda per capita do município de Jupi, no ano de 2017, foi de 10.424,40, sendo a 6º colocação em relação a Região de Desenvolvimento e a 70º em relação ao Estado de Pernambuco (Cidades IBGE, 2020).

O município conta com 1.476 estabelecimentos rurais, dos quais 82,8%, quando se trata da relação do produtor com a terra, são de proprietários inclusive os(as) coproprietários(as) de terras tituladas coletivamente e ao trata-se da condição legal do produtor 55,6% pertencem a produtores individuais e 44% são gerenciados por condomínios, consórcios ou união de pessoas. Estes estabelecimentos totalizam uma área de 6.782 hectares, do quais 85,6% pertencentes a proprietários(as) e 11,4% são de mandatário(a) (inclusive com termo de autorização de uso sustentável - taus) (IBGE, 2017).

Em relação ao nível de escolaridade, uma parcela de 13,5% dos proprietários dos estabelecimentos nunca frequentaram a escola, 25,3% afirmam ter frequentado Classe de Alfabetização (CA), 9,7% cursaram o antigo primário (elementar), 32,8% cursaram o ensino fundamental ou 1º grau e 12,7% frequentaram o ensino médio ou 2º grau (IBGE, 2017).

A relação com a produção, segundo dados do Censo Agropecuário, IBGE 2017, é refletida pela ausência de assistência técnica, pois 91,5% dos produtores afirma não ter recebido este tipo de serviço. O uso de agrotóxico não é praticado em 83,8% dos estabelecimentos e 80,3% afirmam não ter acessado ou empréstimo ou financiamento (IBGE, 2017).

A produção agropecuária do município é caracterizada pela ocupação de 96,4% dos estabelecimentos com lavouras temporárias, 39,8% com lavouras permanentes e 26,5% com cultivo de pastagens. O principal rebanho do município é de bovinos, com um efetivo de 3.735 cabeças, criados em 49,7% dos estabelecimentos, seguido do rebanho de suínos com 862 cabeças em 206 estabelecimentos (13,9%) e ovinos com 804 cabeças, criados em 152 estabelecimentos (10,3%). Os galináceos representam 460.000 cabeças, pertencentes a 365 estabelecimentos (24,7%) e produção anual de 12.000 dúzias de ovos.

3.1.4 São Bento do Una

O município tem uma população estimada, para 2019, de 59.504 habitantes, com densidade demográfica de 74,03 hab./km², tendo como referência o ano de 2010. Apresenta salário médio mensal dos trabalhadores formais na ordem de 1,7 salários-mínimos, com uma taxa de ocupação da população de 8,3%, no ano de 2018 (IBGE, 2020).

A taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 93%, dados de 2010, com IDEB dos referente aos anos iniciais do ensino fundamental (rede pública) de 5,6 e dos anos finais do ensino fundamental (rede pública) de 4,7, dados referentes ao ano de 2017 (Cidades IBGE, 2020).

O município apresenta a terceira maior renda per capita da região de desenvolvimento do Agreste Meridional, de R\$ 16.201,53, sendo a 19^o no âmbito do Estado de Pernambuco.

O município conta com 4.101 estabelecimentos agropecuários, dos quais 77,5% pertencem a produtores individuais e, em relação a condição legal do produtor, 88,5% são de proprietários(as) inclusive os(as) coproprietários(as) de terras tituladas coletivamente. Os estabelecimentos rurais ocupam uma área de 34.210 hectares, estando 35,8% ocupados com lavouras temporárias, 26,6% com pastagens nativas e 23,7% com pastagens cultivadas. A assistência técnica é identificada em apenas 6,8% dos estabelecimentos, seguindo o mesmo padrão de ausência deste serviço que os demais municípios, do mesmo modo em relação ao uso de agrotóxico, ocorrendo em apenas 5,2% dos estabelecimentos e acesso ao crédito, registrado em apenas 8,7% dos estabelecimentos.

As atividades agropecuárias são desenvolvidas principalmente a partir da pecuária bovina, presente em 57,5% dos estabelecimentos, com rebanho de 30.575 animais, com produção anual de 34,8 milhões de litros de leite. A atividade em torno da criação de aves, galináceos, também se destaca no município, possuidor do maior rebanho do Estado, com 6 milhões de cabeças (galinhas, galos, frangas, frangos e pintos) e produção anual de 80,9 milhões de dúzias de ovos, com valor da produção na ordem de R\$ 254 milhões/ano. Os rebanhos caprino e ovinos estão presentes em 7,5% e 8% dos estabelecimentos, respectivamente, e juntos totalizam um rebanho de 5.882 animais. Os suínos estão presentes em 31% dos estabelecimentos, com rebanho de 10.141 animais (IBGE, 2017).

Os números relacionados a escolaridade indicam que em 22,7% dos estabelecimentos o produtor nunca frequentou a escola e 28,3% frequentou a Classe de Alfabetização. Em torno de 16% e registrado o acesso ao antigo primário e antigo ginásial. O ensino fundamental de 1^o e 2^o grau (ensino médio) é identificado em 20,9% e 8,1%, respectivamente.

3.2 – NATUREZA DA PESQUISA

A pesquisa, do ponto de vista metodológico, utilizou abordagens qualitativa e quantitativa. Quanto à natureza, seguiu o método exploratório, definido por Gerhardt (2009) por ser o método que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Foram utilizados como instrumentos de pesquisa o levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e a amostragem não-probabilística. Essa amostragem foi defendida por Guimarães (2008) como *amostra de conveniência* formada por elementos que o pesquisador reuniu porque dispunha deles ou que o pesquisador faz uso de dados que estão mais a seu alcance, no nosso caso, o acesso às famílias com biodigestores.

3.3 AMOSTRAGEM

Do ponto de vista amostral, estimamos uma amostra que atendesse a expectativa de verificação da taxa de abandono do uso dos biodigestores e medir o impacto deles na dinâmica familiar. Consideramos, portanto, a população finita de 132 unidades familiares de biodigestores implantadas na mesorregião do Agreste Pernambucano e estimamos a probabilidade de não uso contínuo, ou desativação, dos biodigestores na ordem de 15%, com nível de confiança de 95%, adotando a variável associada de 1,96 e erro amostral padrão de 5%. Deste modo, aplicando a fórmula (1) para definição de amostragem sugerida por MEUNIER et al. (2001), teríamos a necessidade aplicação de 75 entrevistas (57% do total da população), sendo que foram coletadas 83 amostras durante o processo de visita de campo, chegando a uma representatividade de 63% das famílias usuárias de biodigestor.

(1)

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)}$$

onde:

n = amostra calculada

N - população (famílias com biodigestores)	132
Z - variável normal padronizada associada ao nível de confiança - 95%	1,96
p - probabilidade de desativação dos biodigestores (%)	0,15 %
e - erro amostral (padrão 5%)	0,05 %

3.3.1 – Dados utilizados na pesquisa

O projeto teve como meta inicial a implantação de 335 biodigestores, beneficiando famílias agricultoras residentes nas moradias financiadas pelo PNHR da Caixa Econômica Federal (CAIXA) em 24 municípios de 06 Estados da Federação: Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Foram beneficiadas 24 famílias na Bahia; 50 em Minas Gerais; 50 em Goiás; 35 em Santa Catarina; 56 no Rio Grande do Sul e 120 em Pernambuco.

No Estado de Pernambuco, o projeto concentrou suas ações nos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, todos pertencentes a mesorregião do Agreste Pernambucano, com meta de implantação de 132 Unidades. No município de Bom Conselho o projeto iniciou pelas Comunidades Quilombolas Angico e Angico de Cima, sendo a primeira selecionada como unidade geográfica para este estudo de caso. Estas comunidades receberam certificação da Fundação Cultural Palmares por meio dos processos nº 01420.000372/2005-71, de 08/03/2005 e nº 01420.001374/2010-44, de 23/06/2010, respectivamente.

3.3.1.1 Dados primários

Dentre as técnicas de coleta de dados primários realizada a partir do levantamento de campo, foram utilizadas a entrevista semiestruturada, observações sistemáticas e registros fotográficos. A entrevista semiestruturada constitui o principal instrumento para buscar atender aos objetivos específicos apresentados e, conseqüentemente, responder ao objetivo geral, assim como buscar subsídios que permitissem confirmar ou negar as hipóteses apresentadas.

No decorrer da pesquisa houve uma mudança de estratégia em relação a amostragem, inicialmente o plano era trabalhar apenas no universo da comunidade quilombola Sítio Angico, no município de Bom Conselho, contudo, observou-se que o projeto coordenado pela Diaconia proporcionou implantação de biodigestores em outros municípios da região do Agreste Pernambucano, tornando a área de amostragem bem mais extensa. Deste modo, a coleta de dados foi ampliada para os municípios de Caetés, Jupi e São Bento do Una, mantendo os três públicos distintos para busca de dados, caracterizados pelo seguinte:

- a) Famílias participantes do projeto biodigestor no Agreste Pernambucano – coleta de informações acerca dos impactos e resultantes do uso do biodigestor relacionados à produção de gás metano, consumo mensal de gás GLP, consumo de lenha (antes e depois do biodigestor), questões relacionadas ao manejo e manutenção do equipamento, assim como dados econômicos relacionados aos gastos com aquisição de gás de cozinha, renda da família, custos de manutenção do biodigestor, uso do

biofertilizante (resultante do processo de fermentação) na produção vegetal e ainda dados relacionados à participação da família na dinâmica organizacional da comunidade e ainda identificar, nos casos específicos, os elementos relacionados ao abandono do equipamento (Apêndice B);

- b) Lideranças Comunitárias – responsáveis pela articulação local para implantação dos biodigestores, focando aspectos relacionados à organização comunitária, processo de implantação dos biodigestores e impressões sobre o uso e/ou desativação dos biodigestores pelas famílias (Apêndice B).
- c) Famílias com uso consolidado do Biodigestor - Famílias indicadas pela Diaconia, na Região do Pajeú, onde o uso do biodigestor está consolidado na dinâmica familiar, focando aspectos relacionados ao impacto econômico, social e ambiental, bem como de manejo do biodigestor, de modo a ter um referencial do uso do equipamento (Apêndice C);
- d) Equipe Técnica da Diaconia - focando nos aspectos técnicos de construção e manejo dos biodigestores, de modo a complementar as informações coletadas com as famílias participantes do projeto (Apêndice E);

O contato com as famílias e lideranças comunitárias ocorreu, num primeiro momento, com a participação do pesquisador na reunião da Associação Comunitária do Sítio Angico, município de Bom Conselho, onde foram socializados os objetivos da pesquisa e definição do calendário de entrevistas naquela comunidade. Nos demais municípios os contatos ocorreram por meio das lideranças sindicais e comunitárias e posterior agendamento com as famílias. As entrevistas ocorreram nas residências das famílias, prezando pela participação de todos os componentes da residência de modo a promover o protagonismo das mulheres, jovens e pessoas idosas durante o levantamento de dados.

Mesmo havendo ampliação do número de entrevistas, tínhamos como meta inicial aplicar questionários com 100% das famílias com biodigestor, contudo, devido a fatores externos diversos, o trabalho foi concluído com a aplicação de 83 questionários com famílias agricultoras e 7 questionários com lideranças comunitárias, representantes de associações, sindicatos e organizações responsáveis pela implantação do projeto, em comunidades rurais dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, conforme Tabela 12.

De forma complementar e buscando um outro referencial ante o exposto pelas famílias dos quatro municípios do Agreste Pernambucano, foram também entrevistadas 20 famílias dos municípios do Sertão do Pajeú (Afogados da Ingazeira, Carnaíba e São José do Egito), com maior tempo de experiência no uso do biodigestor modelo Sertanejo. Em adição, foram

acrescentadas sete entrevistas com lideranças comunitárias dos municípios acima, além de uma entrevista com a equipe técnica da Diaconia responsável pela implantação do Projeto Biodigestores.

Tabela 12 - Quantidade de biodigestores, famílias e lideranças entrevistadas, por município

Município	Nº de Biodigestores	Nº de entrevistas – Famílias	%	Nº de entrevistas – Lideranças comunitárias
Bom Conselho	75	46	61%	3
Caetés	12	12	100%	1
Jupi	10	8	80%	1
São Bento do Una	35	17	49%	2
Total	132	83	63%	7

Fonte: Autor (2020).

3.3.1.2 Dados secundários

Os dados secundários foram obtidos a partir de material bibliográfico e documental, constituído principalmente de livros, artigos científicos e documentos técnicos (manuais, cartilhas, dentre outros) relacionados aos temas abordados na pesquisa.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Quanto as análises estatísticas, o tratamento dos dados coletados foi trabalhado utilizando-se da estatística descritiva, que, segundo Guimarães (2008), tem como objetivo resumir as principais características de um conjunto de dados por meio de tabelas, gráficos e resumo numéricos. Para análise dos dados foram utilizadas planilhas do software Excel os quais subsidiaram a formatação das tabelas e gráficos expostos no item 4 (*Resultados e Discussão*).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo é dedicado à sistematização e interpretação dos dados gerados neste estudo. Objetiva encontrar os elementos que dialoguem com o objetivo geral e específicos estabelecidos a priori, mas também visa agregar outros elementos que possam contribuir no processo de ampliação do uso da tecnologia de biodigestor, especialmente no âmbito da agricultura familiar. Importante ressaltar que as análises apresentadas a seguir não tem caráter de avaliação do Projeto Biodigestor ou quanto ao desempenho da tecnologia do biodigestor sertanejo, enquanto modelo proposto para a agricultura familiar. Esforços foram concentrados no sentido de medir o impacto do uso do biogás como fonte de cocção de alimentos, tomando como base as famílias que utilizam esta tecnologia.

A discussão segue a ordem dos cinco objetivos específicos propostos, iniciando com a identificação do perfil das famílias, seguindo com a análise de aspectos relacionados à produção de biogás; impactos econômicos gerados a partir do uso do biogás; mensuração de elementos associados ao uso do biogás, lenha e carvão vegetal; assistência técnica durante o processo de instalação do biodigestor; papel das organizações sociais; e, por fim, a identificação de questões relacionadas às mudanças climáticas.

4.1 PERFIL DAS FAMÍLIAS

O primeiro objetivo específico a ser trabalho está relacionado à caracterização das famílias com biodigestores, visando obter elementos que permitam associar a introdução da tecnologia enquanto elemento inovador nos sistemas produtivos, associando ao perfil familiar, visto que questões como tamanho das famílias e disponibilidade de mão-de-obra são fatores que podem influenciar na introdução ou manutenção deste tipo de equipamento.

4.1.1 Composição familiar, faixa etária e escolaridade

As famílias envolvidas no trabalho de pesquisa são formadas, do ponto de vista do sexo, por pequena maioria de mulheres, as quais totalizam 51% dos indivíduos. Considerando três grupos de faixa etária, temos que 58% dos indivíduos compõem a população mais jovem, de até 34 anos; 33% formam a população intermediária, até 59 anos; e 9% são de indivíduos acima de 59 anos (Tabela 13).

Tabela 13 - Faixa etária, por sexo, de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019

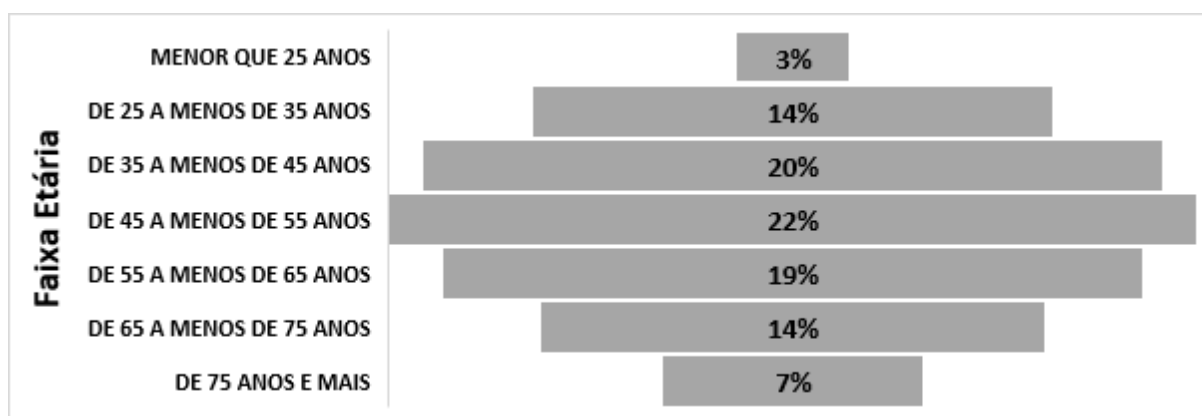
Faixa Etária	Frequência Absoluta		Percentual		Total	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher	F. Absoluta	F. Relativa
de 0 a 34 anos	84	94	47%	53%	178	58%
de 35 a 59 anos	50	51	50%	50%	101	33%
Acima de 60 anos	15	12	56%	44%	27	9%
Total	149	157	49%	51%	306	100%

Fonte: Autor (2020).

Os dados expressados na pesquisa, relacionados a faixa etária, se distanciam um pouco dos extraídos do Censo Agropecuário (IBGE, 2017) pelo fato do levantamento do IBGE identificar o sexo apenas do produtor responsável pelo estabelecimento, demonstrando claramente a população mais jovem, de até 35 anos, representam menos de 20% dos produtores identificados como responsáveis pelo estabelecimento. A população intermediária, entre 35 e 55 anos, representam 42% dos produtores, enquanto na composição das famílias entrevistadas representam 33% dos indivíduos (Gráfico 2).

O maior distanciamento dos dados se dá na relação dos indivíduos acima de 55 anos, onde na composição das famílias representam apenas 9% indivíduos e no levantamento do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), representam 40% dos produtores, indicando que os indivíduos nesta faixa etária exercem maior participação na gestão do sistema produtivo familiar do que aqueles na faixa etária anterior.

Gráfico 2 - Classe de idade do produtor, municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2017



Fonte: Autor (2020).

No que trata ao sexo, as mulheres representam maior parte dos indivíduos mais jovens, enquanto a faixa etária superior é formada por maioria de homens. De modo geral, temos uma representatividade de 49% de homens e 51% de mulheres, dentro do grupo pesquisado, o que

difere completamente da representatividade quanto se trata do produtor, conforme tratado pelo IBGE. Os dados relacionados ao conjunto de estabelecimentos rurais dos quatro municípios indicam que os homens são identificados como produtor em 76% das unidades familiares e as mulheres em apenas 24%, podendo configurar uma influência preponderante na gestão dos estabelecimentos exercida pela figura masculina.

Quanto ao nível de escolaridade, os dados revelam que 23% dos indivíduos se encontram em situação de analfabetos, semianalfabetos ou na fase de educação infantil. Porém, deste grupo, 11,1% dos indivíduos se declaram analfabetos. A maior parte do grupo pesquisado tem ou tiveram contato com alguma categoria de ensino, sendo que 46% se encontram na faixa intermediária, correspondente ao ensino fundamental e outros 31% com ensino médio ou curso superior, sendo este último representando apenas 2% dos indivíduos (Tabela 14).

Tabela 14 - Grau de escolaridade de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019

Grau de Escolaridade	Frequência Absoluta	Percentual	Percentual acumulado
Não Informado	4	1,3	
Analfabeto (não lê, não escreve)	34	11,1	
Semianalfabeto (lê ou escreve)	23	7,5	
Educação Infantil	9	2,9	22,9
Ensino Fundamental I	12	3,9	
Ensino Fundamental II (até 5ª série)	80	26,1	
Ensino Fundamental III (até 8ª série)	50	16,3	46,4
Ensino Médio	88	28,8	
Curso Superior	6	2,0	30,8
Total	306	100	100

Fonte: Autor (2020).

Confrontando com os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), nota-se que a maioria dos produtores dos quatro municípios estudados, 52%, nunca frequentaram a escola ou frequentaram a Classe de Alfabetização - CA, demonstrando um índice bem acima do que foi identificado na pesquisa, ficando em torno de 19% o percentual de indivíduos analfabeto ou semianalfabeto.

Da Silva Bezerra; Gomes Maciel e Oliveira Loiola (2013), ao analisarem o impacto da educação no desempenho econômico das famílias rurais do Estado do Acre, relacionando o nível de escolaridade com o desempenho econômico da produção familiar rural no Estado, identificam uma relação favorável entre o nível de escolaridade e o desempenho econômico da unidade produtiva, com diferença de rendimentos na ordem de 40% entre os indivíduos que são

analfabetos total e os que tem ensino fundamental completo e concluem que nível de escolaridade interfere positivamente no desempenho econômico das famílias, na região Vale do Acre, no Estado do Acre.

4.1.2 Relação com a terra e atividades de produção

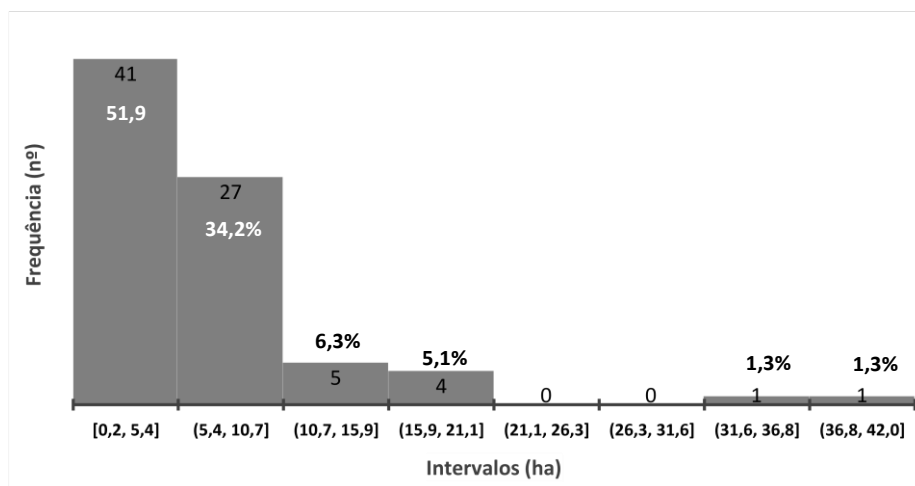
Dentre o grupo participante da pesquisa foi identificado basicamente quatro formas de relação com a terra: famílias com posse definitiva - proprietários, que representam 34%; famílias que aguardam a titularidade definitiva de posse - denominados posseiros, que representam apenas 6%; famílias assentadas da reforma agrária, com número bastante representativo, 28%, refletindo a relação de parte das organizações sociais envolvidas com a ação do Projeto Biodigestor e a luta pela posse da terra, inclusive na comunidade quilombola de Angico, município de Bom Conselho; e, famílias com posse intermediária, seja por herança ou por comodato, representando um terço do total dos entrevistado, 30%.

Os dados apresentados pelo IBGE (2017) em relação a condição legal das terras mostram que os números apresentados pelo conjunto de famílias entrevistadas encontram-se fora do quadro apresentado para o Estado em relação a posse da terra. Segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2017), 81% dos estabelecimentos rurais do Estado de Pernambuco são declarados próprios, chegando a 89% no caso do município de São Bento do Una, e, apenas 8% dos estabelecimentos do Estado se declaram em regime de comodato, chegando a 18% no caso do município de Jupi. As áreas concedidas por órgão fundiário ainda sem titulação definitiva representam 4% do total de estabelecimento do Estado.

A relação com a posse da terra é determinante para que as famílias estejam estimuladas (ou não) a fazerem investimentos permanentes nas propriedades, especialmente quando se trata de investimentos provenientes de crédito rural. No caso específico da implantação dos biodigestores, conforme podemos observar no item 4.3 (Aspectos econômicos e sociais), que trata dos investimentos para obtenção da tecnologia, os aportes financeiros efetivados foram referentes a mão-de-obra, sem ônus para as famílias no que se refere aos custos de aquisição de materiais para implantação do biodigestor, de modo que a relação de posse com a terra não se apresentou como limitador para implantação da tecnologia. Contudo, não podemos afirmar o mesmo se a implantação da tecnologia não estivesse associada a uma ação de um projeto de iniciativa social, financiado com recursos públicos, e estivesse relacionado a obtenção de crédito rural, onde o título de posse da terra faz-se necessário para viabilizar o acesso.

Quanto ao tamanho das propriedades, podemos traçar um paralelo com a referência utilizada pelo INCRA para enquadramento quanto a definição de pequena, média ou grande propriedade. Esta classificação é definida pela Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 e leva em conta o módulo fiscal, que varia de acordo com cada município. É considerada como pequena propriedade, o imóvel com área compreendida até 4 (quatro) módulos fiscais; a média propriedade, corresponde ao imóvel rural de área superior a 4 (quatro) e até 15 (quinze) módulos fiscais; e a grande propriedade, é o imóvel rural de área superior a 15 (quinze) módulos fiscais (INCRA, 2020).

Gráfico 3 - Tamanho médio das propriedades, beneficiadas com biodigestores, nos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019



Fonte: Autor (2020).

O módulo fiscal, segundo o Sistema Nacional de Cadastro Rural, do INCRA, correspondente aos municípios envolvidos na pesquisa, são: Bom Conselho – 30 ha; Caetés – 35 ha; Jupi – 35 ha e São Bento do Una – 20 ha. Considerando, portanto, que a maior propriedade visitada foi declarada como tendo 42 ha, temos que todas as propriedades visitadas se enquadram como pequenas, com uma área média de 5,4 ha. Constatou-se que 52% delas possui tamanho até a média encontra na amostra, e as outras 48% com tamanho acima desta referência, conforme demonstrado no Gráfico 3. Nesta mesma perspectiva, o Censo Agropecuário (IBGE, 2017) indica que 66,8% das propriedades do município de Bom Conselho tem até 5 ha, em Caetés 78%, em Jupi 79% e em São Bento do Una 64,9% das propriedades tem até cinco hectares.

Conforme exposto na Tabela 15, as principais atividades de produção agrícola desenvolvidas pelas famílias são o cultivo de milho – em 89% das propriedades; cultivo de feijão – em 87%; cultivo de palma forrageira – em 70% das propriedades; e em menor escala

cultivam mandioca, macaxeira, capim de corte, fava, batata doce, jerimum, fruteiras e feijão guandu, dentre outros cultivos citados.

Considerando a criação de animais de pequeno, médio e grande porte – aves¹², caprinos, ovinos, suínos e bovinos, respectivamente, a atividade pecuária é desenvolvida em 88% das propriedades. Entretanto, foi constatado que dez estabelecimentos tiveram a implantação de unidades de biodigestor mesmo sem criação de qualquer tipo de animal, portanto sem uma fonte própria de matéria-prima para a produção de biogás. A criação de bovinos e de aves estão presentes em 77% das propriedades com atividade pecuária, enquanto os suínos, em 62%, e os caprinos e ovinos são criados em 34% das unidades familiares de produção (Tabela 16).

Tabela 15 - Principais cultivos de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Tipo de Cultivo	Frequência Absoluta	Percentual
Milho	74	89,2
Feijão	72	86,7
Palma Forrageira	58	69,9
Macaxeira/mandioca	24	28,9
Capim de corte	11	13,3
Fava	8	9,6
Batata doce	5	6,0
Jerimum	2	2,4
Fruteiras	2	2,4
Guandu	2	2,4
Outros	4	4,8

Fonte: Autor (2020).

Tabela 16 - Principais atividades pecuárias de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Atividade Pecuária	Frequência Absoluta	Percentual
Bovinos	56	76,7
Aves (todas)	56	76,7
Suínos	45	61,6
Caprinos/ovinos	25	34,2

Fonte: Autor (2020).

¹² Foram consideradas todos os tipos de aves de criação doméstica, inclusive de criação em galpão.

Em termos de quantitativo de rebanho, foi observado que os dados deste estudo indicam o mesmo cenário apontado no Censo Agropecuário (IBGE 2017). Constatou-se um maior quantitativo do rebanho bovino e de aves e um número mais reduzido de ovinos e principalmente de caprinos. O rebanho bovino varia de 1 a 30 animais, com média de 6 animais por estabelecimento. Contudo, agrupando esses quantitativos nota-se que, das famílias que criam bovinos, 52% delas tem rebanho de até 7 animais e outros 29% tem rebanho entre 7 e 13 animais.

4.1.3 Participação social

Como já visto acima, o projeto foi viabilizado por meio das ações de organizações sociais presentes nos diversos municípios. Buscou-se, então, compreender de que forma se dá a relação das famílias com as organizações formais ou grupos não formais que atuam nas comunidades rurais dos municípios trabalhados. Conforme Tabela 17, a participação em grupos informais (de mulheres, de artesanato, de jovens etc.) e partidos políticos se dá de forma muito tímida, indicando uma certa falta de interesse por militância neste tipo de representação política.

Tabela 17 - Participação de membros das famílias beneficiadas com biodigestores em grupos formais e não formais, municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Membro da família	Associação		Sindicato		Igreja		Grupo Informal		Partido Político	
	FR*	%	FR	%	FR	%	FR	%	FR	%
Esposo	41	49,4	37	44,6	29	34,9	1	1,2	5	6,0
Esposa	67	80,7	58	69,9	43	51,8	2	2,4	4	4,8
Filho	6	7,2	2	2,4	6	7,2	1	1,2	1	1,2
Filha	3	3,6	2	2,4	6	7,2	2	2,4	0	0,0
Ninguém	5	6,0	21	25,3	37	44,6	79	95,2	76	91,6

Fonte: Autor (2020).

* Frequência Relativa.

A participação na Igreja apresenta uma maior relevância que a anterior. Contudo, ainda não representa o maior interesse das famílias, pois está mais fortemente demonstrado quando se trata da participação na Associação, chegando a 81% das mulheres (esposas) e 49% dos homens, e no Sindicato, com participação de 70% das mulheres e 45% dos homens. É notório que nos dois principais fóruns de participação social as esposas frequentam mais que os homens, o que requer uma investigação mais aprofundada no sentido de identificar os elementos que contribuem para esta maior participação feminina.

Apesar da Tabela 17 nos mostrar um quadro amplamente favorável a participação das mulheres nos grupos formais e não formais, LEMOS (2016) ao analisar o processo histórico de construção das relações sociais, observa a presença das mulheres regulada pelas prescrições normativas que mantiveram a submissão, a opressão e a exploração e considera que, nos diferentes contextos sociais focalizados, evidenciaram-se a permanente secundarização das mulheres e o poder dos homens, cujo resultado consistiu na desigualdade entre os sexos. Para LEMOS (2016), embora tenham ocorrido avanços na conquista de espaços políticos de expressão e reconhecimento, acesso à educação e desempenho profissional, impasses relativos ao trabalho doméstico ainda são questões cruciais a serem resolvidas.

4.2 EFETIVIDADE NO USO DO BIODIGESTOR

O segundo objetivo específico esteve voltado para identificar aspectos relacionados à desativação (parcial ou total) do biodigestor para produção do biogás. Podemos avaliar esta questão sobre dois pontos de vista. Primeiro, fazendo uma imersão sobre o uso propriamente dito do biodigestor desde sua implantação, ressaltando elementos que dizem respeito ao manejo do equipamento. Numa outra perspectiva é importante avaliar os aspectos que tem relação com a disponibilidade de matéria-prima para produção do biogás.

4.2.1 Implantação e uso do biodigestor

Os dados levantados indicam que parte considerável das famílias, em torno de 25%, não souberam precisar a data que implantaram o biodigestor na propriedade. Contudo, foi possível registrar que as primeiras unidades implantadas nos municípios pesquisados, cerca de 2%, datam do final de 2014. A grande maioria, ao redor de 71%, foi implantada entre o período de janeiro de 2015 a outubro de 2016. Isto significa uma experiência das famílias com o uso desta tecnologia, na maioria, de três a quatro anos, considerando como referência o final do ano de 2019. A pesquisa identificou também que um terço das famílias (32,5%) estavam com os biodigestores desativados (no final de 2019) e outro grupo de famílias, cerca de 22% da amostra, não utilizam o biogás produzido. Portanto, são números que podem ser considerados bastante expressivos, principalmente quando ressaltado o apelo econômico e ambiental associado a tecnologia do biodigestor.

Na região do Pajeú, tomada como referência, a implantação de biodigestores foi iniciada um pouco antes, das famílias referenciais que foram ouvidas durante a pesquisa. Entre elas,

60% tiveram o biodigestor implantado entre os anos de 2011 a 2014, ou seja, equipamentos com mais de seis anos de uso, alguns chegando a dez anos.

Os aspectos relacionados às vantagens e desvantagens do uso do biodigestor, sob a ótica das famílias que lidam diretamente com a tecnologia, são diversos, porém apontam para um certo consenso. Os dados sistematizados na Tabela 18 mostram claramente o quanto a questão econômica sobressai como vantagem pelo uso do biodigestor, sendo apontada por 94% das famílias como algo importante, seguida da praticidade (43%) e produção abundante de biogás (12%). Esta também é a opinião das famílias referenciais do Sertão do Pajeú, onde a maioria (80% da amostra) afirma ter resolvido implantar o biodigestor devido a aspectos relacionados a redução dos gastos com a compra de gás GLP, associado ao seu alto custo.

Tabela 18 - Vantagens e desvantagens no uso do biodigestor apresentadas por famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Aspectos avaliados	Frequência Absoluta	Percentual
Vantagens		
Economia	78	94,0
Praticidade	36	43,4
Gás abundante	10	12,0
Desvantagens		
Muito trabalhoso	23	27,7
Dificuldade para juntar dejetos	31	37,3
Produção diminui no inverno	2	2%

Fonte: Autor (2020).

Quando questionadas sobre as vantagens com o uso do equipamento, 90% fez referência a economia ou melhoria na renda familiar. As entrevistas realizadas com lideranças comunitárias dos municípios, também seguem a mesma opinião. Para a maioria dos entrevistados sobressai o fator econômico como a principal vantagem, além de relatarem o fato de facilidade no manejo e bom desempenho no cozimento dos alimentos.

A opinião das famílias da Região do Pajeú não difere da narrativa apresentada acima. Quando questionadas sobre os motivos que as levaram a implantar o equipamento e as vantagens que observam com o seu uso, 90% delas fazem referência a questões relacionados a economia com a suspensão da compra de gás. Também foi o motivo pelo qual 80% delas resolveram implantar, considerando as dificuldades de se encontrar lenha; visando substituir o uso da lenha e do carvão; e ainda considerando como vantagem o fato de se tratar de um gás limpo, não poluente, que beneficia, ou não polui, o meio ambiente.

No campo dos aspectos negativos as famílias apontam questões relacionadas ao trabalho em relação a manutenção do equipamento (28%) e à falta de dejetos para abastecimento (37%). Neste sentido, a grande maioria das famílias fazem referência à mão-de-obra necessária para manejo como sendo a principal desvantagem do uso do biodigestor visto que a busca de dejetos fora da propriedade requer tempo e o emprego de mão-de-obra concorre com outras atividades no sistema produtivo.

No quesito desvantagens, 65% das famílias ouvidas no Sertão do Pajeú afirmam não ter problemas ou dificuldades com o manejo do biodigestor. No que diz respeito aos aspectos negativos citam três elementos principais: ressecamento ou rachadura na tubulação de condução do gás até o fogão (15% da amostra); acúmulo de água na tubulação (10%); e, inexistência de animais suficientes para produção de matéria prima (10% da amostra). Em escala menor de representatividade, as famílias citam também questões relacionadas com água insuficiente para alimentar o equipamento, dificuldades no transporte do esterco e danos no recipiente utilizado para filtragem do gás. Esta última dificuldade foi objeto de mudanças propostas por Diaconia no sistema de filtragem. Foi apresentando um novo equipamento para contornar esta dificuldade composto de material de PVC, apresentando uma maior durabilidade em comparação ao botijão de água que com o tempo fica ressecado (DIACONIA, 2016).

O grupo de famílias com biodigestores desativados, ou sem uso naquele momento, apontam basicamente três elementos como causa: (a) que o biodigestor não funciona (41%), mas sem especificar o motivo do não funcionamento; (b) que não precisa do biodigestor (37%); e, (c) que o abastecimento é pouco. É possível observar, dois dos três aspectos apresentados, itens (a) e (c), estão relacionados a causas possivelmente superáveis, contudo, o item (b) aponta algo que está diretamente relacionado com aspectos não identificados antes da implantação do biodigestor, ou seja, a necessidade da família pela tecnologia.

As lideranças comunitárias apontam como possíveis causas da desativação do biodigestor a falta de interesse das famílias, a falta de esterco para alimentar o biodigestor, a falta de manutenção e a falta de assistência técnica. As famílias entrevistadas no Sertão do Pajeú, com maior tempo de uso dos biodigestores, destacam dois aspectos relacionados ao não uso do biodigestor: a falta de interesse ou de compromisso, citado por 65% dos entrevistados; e o fato de não ter animais para produção de matéria prima, citado por 40%. Sobre esta questão a Diaconia ressalta que:

Os relatos de biodigestores “abandonados” por famílias estão ligados a dificuldade de geração do resíduo animal, devido ao período da grande seca, não sendo possível famílias manterem animais suficientes para alimentarem o biodigestor com resíduos, (DIACONIA, 2020).

Neste aspecto, relatos a respeito de experiências com implantação de biodigestores em diversos países da América Latina por Martí-Herrero et al (2016), demonstra que cada país tem circunstâncias particulares, o progresso é desigual e os desafios identificados podem ser considerados transversais na América Latina. Um dos casos apresentados na Bolívia, indica que foram implantados 40 biodigestores em 10 municípios e aproximadamente 50% deles conseguiram consolidar-se como centros de referência no fornecimento de bio-insumos e centros de aprendizagem para pesquisa e inovação camponesa e articulação com outros atores. No Chile, um grupo de mulheres desenvolveu uma ideia de dupla solução para o problema de águas residuais e o abastecimento doméstico de energia em áreas rurais e, superadas as dificuldades de conhecimento sobre a tecnologia e definição do modelo adequado às suas condições, passaram a apostar nos aspectos de custo e qualidade dos biodigestores para apoiar interessados.

Ainda sobre o que trata o item (c), observa-se que a matéria-prima utilizada para abastecimento do biodigestor tem basicamente duas fontes: bovinos e suínos. Considerando que 34% das famílias criam caprinos e ovinos, e que 71% declaram criar aves, os resultados indicam claramente que o esterco destes animais não é utilizado como matéria-prima para alimentação do biodigestor. Observa-se, contudo, que há uma forte relação de dependência com a criação de bovinos, pois 82% das famílias utilizam o esterco destes animais como fonte energética, sendo parte (20%) associado com o esterco suíno. Este último é responsável pelo fornecimento de matéria-prima para 7% das famílias, e, quando associado com os bovinos amplia sua contribuição para 28% das famílias (Tabela 19).

Tabela 19 - Fontes de matéria-prima para o biodigestor em famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Tipo de fonte	Frequência Absoluta	Percentual	Percentual Acumulado
Bovinos e Suínos	17	20,5	
Bovinos	50	60,2	
Bovinos e Soro de leite	1	1,2	82
Suínos	6	7,2	
Não informado	13	10,8	100

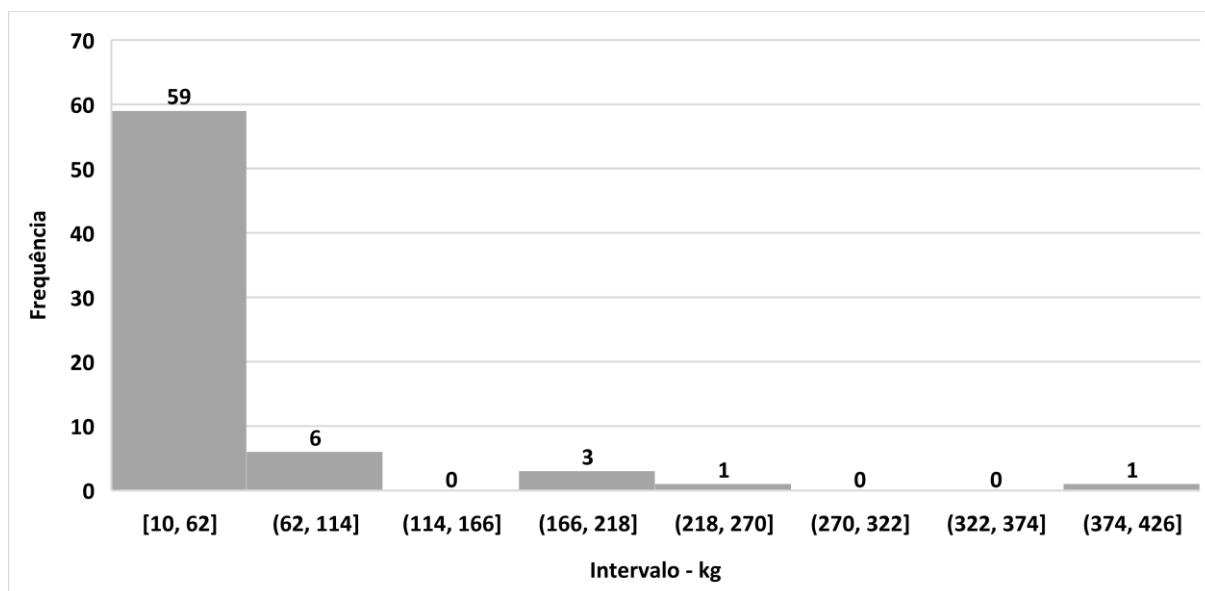
Fonte: Autor (2020).

A disponibilidade de matéria-prima na propriedade é essencial para manter o equipamento em pleno funcionamento, visto que há uma demanda constante de dejetos. Neste

aspecto, preocupa o fato de um terço das famílias (31%) declararem que a matéria-prima vem de outras propriedades e outros 5% afirmam que utilizam dejetos de sua propriedade, mas também buscam complemento em propriedades vizinhas. Para estas famílias, esta é, sem dúvidas, uma grande fragilidade para o bom funcionamento do equipamento.

A quantidade de esterco e água utilizados, está diretamente relacionada com a dinâmica de uso das famílias. Deste modo, foi possível identificar famílias com utilização de 10 kg a 400 kg de matéria-prima por semana, sendo que a maioria das famílias, 84%, utilizam até 62 kg semanais, com média de 55 kg por família (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Quantidade de matéria-prima utilizada para abastecimento do biodigestor pelas famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019



Fonte: Autor (2020).

A questão fundamental é estimar qual a quantidade de animais necessária para produção de biogás suficiente para suprir a demanda, antes resolvida com o gás GLP. Neste sentido, o trabalho publicado por Diaconia denominado *Reaplicando o Biodigestor a da mobilização social* (Diaconia, 2016), faz referência a implantação de um sistema de medição o qual indica que o biodigestor sertanejo, abastecido diariamente com 10 kg de esterco bovino, é capaz de produzir 28 m³ de biogás/mês. Por outro lado, Barreira (2011), apresenta um conjunto de equações que podem ser utilizadas para dimensionamento do tamanho do biodigestor, indicando como necessidade diária para cozinhar cerca de 0,25 m³ de biogás por pessoa/dia. Deste modo, estimando que a média nos estabelecimentos pesquisados é de 3,7 indivíduos (4 com arredondamento), pode-se estimar que a necessidade diária para uma família de 4 pessoas é de 1 m³/dia. Nesta perspectiva, considerando os dados apresentados na Tabela 5 extraídos do

simulador virtual da Rede BiogásFert, o qual indica a produção diária na faixa de 1,24 m³ a 2,09 m³, esta família teria sua necessidade diária atendida com a quantidade diária de esterco equivalente a um animal bovino de corte ou um bovino de leite, considerando a demanda diária do biodigestor de 10 kg de dejetos.

Do ponto de vista da equivalência do biogás com o gás GLP, botijão de 13 kg, analisando a partir do poder calorífico de cada um, a produção diária de 1,24 m³ de biogás, sugere a equivalência a 0,53 a 0,74 botijão de gás GLP/dia. Essa comparação toma como referência o poder calorífico superior (PCS) do gás GLP apresentado na *Tabela de Conversão de Combustíveis* adotada pela GASMIG¹³ e dados relacionados ao poder calorífico do biogás apresentados por Oliver et al. (2008), calculada a partir da seguinte equação (1):

- a) 1 kg de gás GLP = 11.750 kcal (1)
- b) 1 botijão de 13 kg = 152.750 kcal
- c) 1 m³ de biogás = 5.000 a 7.000 kcal
- d) 1,24 m³ de biogás (5.000 kcal/m³) = $\frac{6.200 \text{ kcal}}{11.750 \text{ kcal}} = 0,53$
- e) 1,24 m³ de biogás (7.000 kcal/m³) = $\frac{8.680 \text{ kcal}}{11.750 \text{ kcal}} = 0,74$

Deste modo, temos que a produção diária de 1,24 m³ de biogás produz de 6.200 a 8.700 kcal, o que equivale ao poder calórico de 0,53 a 0,74 kg de GLP/dia. Considerando a referência trazida por Diaconia (2016), de produção de 28 m³/mês, teríamos a equivalência energética de produção de biogás em relação ao gás GLP de 0,92 a 1,28 botijão de 13 kg/mês, calculada a partir da seguinte equação (2):

- a) $\frac{28 \text{ m}^3 \times 5.000 \text{ kcal}}{152.750 \text{ kcal}} = \frac{140.000 \text{ kcal}}{152.750 \text{ kcal}} = 0,92$ (2)
- b) $\frac{28 \text{ m}^3 \times 7.000 \text{ kcal}}{152.750 \text{ kcal}} = \frac{196.000 \text{ kcal}}{152.750 \text{ kcal}} = 1,28$

Observa-se ainda que, mantendo essa equivalência a partir do poder calorífico do biogás em relação ao gás GLP, seriam necessários produzir entre 22 m³ a 31 m³ de biogás para atingir o mesmo quantitativo de kcal de um botijão de gás GLP, com 13 kg, considerando a faixa inferior de 5.000 kcal/m³ e superior de 7.000 kcal/m³, respectivamente. Sendo a média

¹³ Companhia de Gás de Minas Gerais - <http://www.gasmig.com.br/GasNatural/Paginas/Tabela-de-Conversao.aspx>

entre esses valores correspondente a 26 m³, podemos dizer que os dados equivalem ao apresentado por Diaconia (2016), quando indica a produção mensal de 28 m³ de biogás a partir de 10 kg diários de dejetos bovino.

Nesta perspectiva, utilizando a ferramenta disponibilizada pela BiogásFert para simulação da capacidade de produção de biogás a partir de um determinado rebanho, podemos reconhecer que a produção de biogás a partir do uso do esterco bovino e suíno apresenta um enorme potencial de crescimento, inclusive com produção de dejetos suficientes para ampliação da produção de biogás por unidade familiar.

A Tabela 20 retrata uma simulação a partir de dados do Censo Agropecuário 2017, por categoria do rebanho bovino e suíno, os quais projetam um potencial de produção de aproximadamente 2 milhões de m³/dia de biogás, equivalentes a 1,0 a 1,4 milhões de botijão de gás de cozinha/dia e 78,5 mil m³ de biofertilizante.

Ressalta-se que os estabelecimentos onde a atividade de bovinocultura está presente, 84% são estabelecimento da agricultura familiar, as quais são responsáveis por 63% do efetivo do rebanho. Soma-se a este potencial de produção de gás, o rebanho suíno, presente em 45.961 estabelecimentos, com rebanho de 260.934 cabeças, dos quais 83,5% são unidade familiares.

Tabela 20 - Simulação do potencial de produção de biogás a partir do rebanho bovino e suíno, Pernambuco, 2017

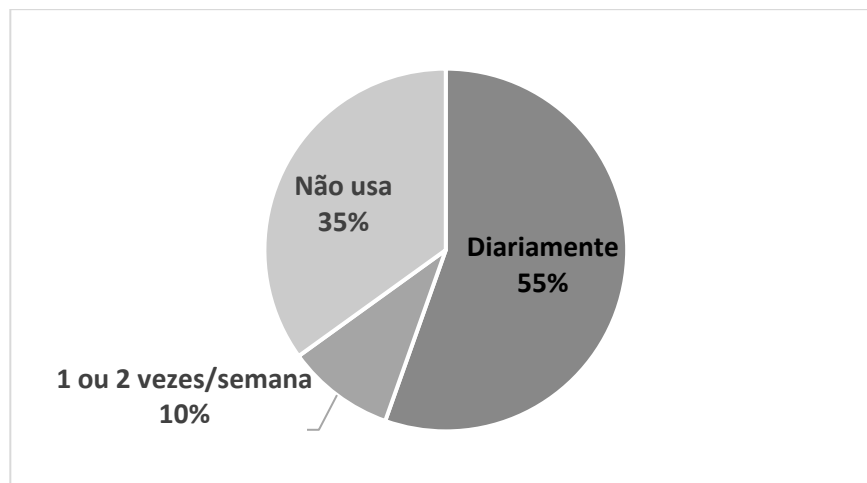
Atividade/ Categoria	Rebanho	Biogás (m ³ /dia)	Equivalência Botijão GLP/dia		Biofertilizante (m ³ /dia)
			5.000 kcal/m ³	7.000 kcal/m ³	
Bovinocultura	1.284.796	1.927.901	1.021.787	1.426.647	75.690
Bovino de corte	897.492	1.116.632	591.815	826.308	39.400
Bovino de leite	387.304	811.269	429.973	600.339	36.290
Suínocultura	260.934	52.542	27.847	38.881	2.845
Crescimento/ Terminação	253.143	50.496	26.763	37.367	2.734
Matriz Fêmea	5.809	1.717	910	1.270	93
Matriz Macho	1.982	329	175	244	18
Total	1.545.730	1.980.443	1.049.635	1.465.528	78.535

Fonte: Auto, (2020). Adaptado de e IBGE, 2017 e Rede BiogásFert.

Analisando os dados da frequência de uso do biogás (Gráfico 5), observa-se que, do universo de famílias entrevistadas, 55% utilizam o biogás diariamente, porém extraído as famílias que não utilizam o biodigestor, por estar abandonado ou desativado, a dinâmica de uso diário do biogás passa a estar presente em 77% das famílias. Um grupo menor de famílias, utilizam o biogás uma ou duas vezes por semana, geralmente associado a outras fontes, com já citado anteriormente, e também a questões como a falta de tempo para manutenção do

equipamento, dificuldade no abastecimento, redução da produção do biogás na estação chuvosa (inverno) e ainda que os animais se encontram fora da propriedade dificultando a coleta diária de dejetos.

Gráfico 5 - Frequência de uso do biogás em famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019



Fonte: Autor (2020).

O abastecimento do biodigestor segue uma dinâmica associada à frequência de uso do biogás, no Sertão do Pajeú, onde o uso desta tecnologia está mais consolidado, abastecimento diário é parte da rotina de 80% das famílias entrevistadas e outras 20% fazem o abastecimento uma ou duas vezes por semana. A maioria dedica entre 10 a 30 minutos para efetivar o abastecimento, em alguns casos ultrapassando os 40 minutos, podendo chegar até uma hora de trabalho.

Um elemento importante no contexto das famílias do Semiárido é o uso da água. O biodigestor pela própria característica de produção de biogás, a partir de fermentação anaeróbica, é demandante de bastante água para seu pleno funcionamento. Os dados coletados sobre o uso de água indicam uma média de 40 litros por semana, contudo algumas famílias chegam a utilizar até 300 litros de água, por semana. Isso indica uma proximidade com a relação de 1 kg de matéria-prima para 1 litro de água, conforme recomendado no manuais de construção do biodigestor sertanejo. Ao identificar a origem da água utilizada, percebe-se uma importante concorrência com a principal fonte para consumo doméstico que é a cisterna, o que ocorre em 54% das famílias. As demais fontes são tradicionalmente utilizadas para usos diversos, especialmente para dessedentação animal. Porém, o fato contraditório é que, apesar da maior parte das famílias terem a cisterna como fonte de água para alimentação do biodigestor, apenas 28% afirmam que a água utilizada é potável, ou seja, apta para o consumo humano, enquanto

77% afirmam utilizar água de uso geral, apesar de algumas fazerem uso dos dois tipos (Tabela 21).

Tabela 21 - Fontes de água utilizadas no abastecimento do biodigestor em famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Fonte da água utilizada	Frequência Absoluta	Percentual
Cisterna	37	53,6
Barreiro	17	24,6
Poço	11	15,9
Barragem	9	13,0
Minação	3	4,3
Encanada	2	2,9
PIPA	1	1,4
Não informou	5	7,2
Qualidade da água		
Potável	19	27,5
Uso Geral	53	76,8

Fonte: Autor (2020).

Dada as especificidades do Semiárido em relação a disponibilidade de água, qualquer tecnologia que apresente demanda de consumo que venha concorrer efetivamente com a água para uso doméstico, a exemplo da água da cisterna, requer considerar na estratégia de abastecimento da unidade familiar fontes alternativas para atendimento desta demanda. No caso específico do biodigestor merece aprofundamento técnico a respeito da possibilidade de sua interligação a um sistema de reuso das águas cinzas, como fonte de água para o processo de fermentação, e ainda a possibilidade de ligação dos dejetos do vaso sanitário para o biodigestor, como forma de aproveitamento da matéria orgânica disponível.

Parte da água utilizada para facilitar o processo de fermentação é escoada na forma de biofertilizante, o qual pode ser utilizado como adubo líquido nos cultivos. Os dados indicam que esta orientação foi bem captada pelo conjunto de famílias, pois 84% das famílias com biodigestor em funcionamento afirmam utilizar o biofertilizante em algum tipo de cultivo. Contudo, conforme demonstrado na Tabela 22, há uma preferência de uso no cultivo da palma forrageira, o que ocorre em 68% das famílias que utilizam o biofertilizante, seguido do uso na lavoura temporária, em 23% das famílias.

As famílias que não utilizam o biofertilizante indicam, basicamente, dois argumentos: que o abastecimento é pouco, portanto a produção de biofertilizante também é pequena; e, que não precisa utilizar o biofertilizante. Por outro lado, as famílias que utilizam este insumo,

utilizam, na sua maioria, basicamente dois argumentos: que se trata de um adubo orgânico, gratuito e de qualidade, e, principalmente, favorece o desenvolvimento das plantas, especificamente das lavouras temporárias (60% das famílias) e no desenvolvimento da palma forrageira (38%). Outras citações, em menor escala, dão conta de que o biofertilizante ajuda a manter o biodigestor limpo e que não prejudica o solo.

Tabela 22 - Uso do biofertilizante em famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Tipo de cultivo	Frequência Absoluta	Percentual
Palma	32	68,1
Lavoura temporária	11	23,4
Horticultura	3	6,4
Fruteiras	3	6,4
Preparo do solo	3	6,4
Capim de corte	2	4,3

Fonte: Autor (2020).

4.3 ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

O terceiro objetivo específico da pesquisa está voltado para avaliar os impactos econômicos e sociais a partir da substituição do gás GLP pelo biogás produzido por biodigestores. Inicialmente procurou-se entender a forma como a tecnológica foi apresentada às famílias e qual o custo da tecnologia. Neste sentido, foi identificado que os biodigestores resultaram da relação que elas mantêm com a Associação Comunitária local, em 75% das famílias, e com o Sindicato dos Trabalhadores Agricultores e Agricultoras Familiares, em 64% dos casos, indicando que para algumas a relação com estas organizações ocorre de forma simultânea. Algumas famílias, 9%, fazem referência à ABEMORAR¹⁴, por ter sido, em alguns municípios a organização parceira da Diaconia na execução do projeto.

Em todas as famílias pesquisadas, a implantação dos biodigestores resultou da ação de um projeto cofinanciado com recursos públicos, por meio do Fundo Sócio Ambiental da Caixa Econômica Federal, o que praticamente não imputou custo financeiro para as famílias. Apenas uma pequena parte afirma ter feito algum investimento no pagamento de mão-de-obra de ajudante de pedreiro, com valores entre R\$ 150,00 e R\$ 250,00. Esta também é a narrativa das

¹⁴ ABEMORAR - Cooperativa de Habitação Rural da Agricultura Familiar, Assentamentos da Reforma Agrária e Comunidades Tradicionais LTDA.

famílias da Região do Pajeú, onde praticamente todos os biodigestores resultaram da ação da Diaconia. Neste caso as famílias afirmam ter contribuído apenas com ajuda na mão-de-obra, como a escavação do buraco e na construção do biodigestor.

Questionadas sobre qual seria o custo de um biodigestor, 71% da amostra afirma não saber e 29% faz referência a um custo que varia de R\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos) a R\$ 8.000,00 (oito mil) reais, com média de custo na ordem de R\$ 3.900,00 (três mil e novecentos reais). Segundo a Diaconia, conforme indicado na entrevista qualificada com membros de sua equipe técnica, os custos com mão de obra de pedreiro, escavação do buraco, instalação, materiais e acompanhamento técnico, para uma unidade de biodigestor fica em torno de R\$ 4.000,00 (quatro mil reais), ou seja, comparável com a média obtida com as famílias. Aqui vale salientar que, tomando como referência este custo por biodigestor e tomando como referência a capacidade de produção de biogás equivalente entre 0,92 a 1,28 botijões/mês, uma família levaria entre 48 a 67 meses (4 a 5 anos) para ter os investimentos revertidos, a um custo de R\$ 65,00 por botijão de gás GLP. Cabe considerar, portanto, a possibilidade de uso de linhas de crédito específicas para financiamento da agricultura familiar, a exemplo do Pronaf Eco - voltado para o financiamento de tecnologias de energia renovável e tecnologias ambientais, e ainda o Pronaf Agroecologia ou Pronaf Semiárido.

Foram analisadas as fontes de receitas e despesas das famílias, no sentido de entender a composição da renda familiar, ponderando que não se trata de um aprofundamento sobre os diversos elementos que compõem a renda das mesmas, na perspectiva trazida por Mattos (2017) quando discute a pluriatividade e multifuncionalidade da agricultura familiar como elemento importante na agregação de renda. Deste modo, as informações coletadas a partir dos questionários permitem fazer comparativos e dimensionamento do impacto do uso do biogás na economia familiar, dentro do objetivo proposto para o trabalho, traçando paralelos com as principais fontes de receitas, conforme identificado na Tabela 23.

Uma primeira evidência ressaltada é que as contribuições resultantes de programas de transferência de renda, benefícios sociais e pensão estão presentes em quase a totalidade das famílias (Tabela 23). O Programa Bolsa Família e a Aposentadoria Rural constituem as duas principais fontes de receita, visto que as duas não se somam por família. Em seguida tem-se um conjunto de contribuições de receita proveniente das atividades agrícolas e pecuárias, presentes em 48,2% das famílias, com destaque importante para o leite, presente em 18% das famílias. Não menos importante é a participação das atividades não agrícolas, presentes em 39,8% das famílias, a maioria relacionado com o aluguel de mão-de-obra. Cabe ponderar novamente que o estudo não aprofundou o entendimento de receita e renda efetiva com as famílias, pois não

estão considerados, por exemplo, a produção para o consumo como uma atividade também geradora de receita. Isso fica claro quando se observa a Tabela 15, a qual apresenta uma lista mais ampla de cultivos praticados nos estabelecimentos familiares.

Tabela 23 - Principais fontes de receita de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Tipo de Receita	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Receita Média (por tipo)	
			Mensal	Anual
Transf. de Renda/Benefícios/Pensão	73	95,2%	682,87	8.194,49
Agrícola	40	48,2%	438,23	5.253,80
Não Agrícola	33	39,8%	239,74	2.876,85
Programa Bolsa Família	54	65,1%	215,00	2.795,00
Aposentadoria Rural	24	28,9%	998,00	12.974,00
Mão-de-obra alugada	22	26,5%	48,63	583,55
Venda de leite	15	18,1%	471,33	5.656,00
Venda de queijo	5	6,0%	620,00	7.440,00
Emprego formal	3	3,6%	1.154,11	13.849,33
Venda de ovos	2	2,4%	57,33	688,00
Serviços de faxina	1	1,2%	300,00	3.600,00
Venda de doce	1	1,2%	100,00	1.200,00
Artesanato	1	1,2%	50,00	600,00
Ajuda de parentes	1	1,2%	29,17	350,00
Pensão	1	1,2%	998,00	11.976,00

Fonte: Autor (2020).

Ao fazer associação das diversas fontes de receita, observa-se que a grande maioria das famílias apresentam mais de uma fonte (79%), sendo a maioria delas, 60%, com duas fontes de renda. Contudo, uma parte não menos importante das famílias, 21%, declaram ter apenas uma fonte de receita (Tabela 24).

Tabela 24 - Variação das fontes de receita de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Quantidade de Fontes de Receita	Frequência Absoluta	Percentual
Uma fonte de receita	17	21,3
Dois fontes de receita	48	60,0
Três fontes de Receita	11	13,8
Quatro fontes de receita	4	5,0

Fonte: Autor (2020).

O levantamento em torno do uso efetivo das receitas teve o propósito de identificar as principais despesas das famílias, focando nos principais elementos de consumo dando total liberdade às famílias para citar as principais despesas da residência. Os resultados permitem identificar que os gastos com alimentação são os mais citados (95,2% das famílias), seguidos pelos gastos com energia elétrica (90,4%) e com gás, carvão e lenha (76%), formando assim o tripé dos principais elementos de despesas citados pelas famílias, seguidos por transporte (19%), saúde (16%) e outras despesas (12%), conforme demonstrado na Tabela 25.

Foram analisadas as três principais fontes de energia tradicionalmente utilizadas para cocção de alimentos, acrescida do biogás, introduzido como alternativa ao uso do gás GLP. Chama a atenção o fato que, mesmo no âmbito das famílias que adotaram a tecnologia do biodigestor para produção de biogás, o uso do gás GLP ainda é dominante, pois 54% das famílias ainda o utilizam como sendo a única fonte de energia para as atividades na cozinha, enquanto outros 25% o utilizam alternando com o biogás, indicando que 79% das famílias mantêm o consumo de gás GLP após a instalação dos biodigestores. Deste modo, o uso do biogás como única fonte de energia para atividades na cozinha está presente em apenas 17%, porém pode-se afirmar que 42% das famílias fazem uso desta fonte de energia, mesmo que uma com menor frequência que outra, o que será detalhado mais à frente.

Tabela 25 - Principais despesas das famílias beneficiadas com biodigestores dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Tipo de Despesa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Média Mensal	% de participação
Alimentação	79	95,2%	464,94	37%
Energia Elétrica	75	90,4%	49,51	4%
Gás/Carvão/Lenha	63	75,9%	61,05	5%
Transporte	16	19,3%	118,75	9%
Saúde	13	15,7%	194,62	15%
Roupas	2	2,4%	10,75	1%
Lazer	1	1,2%	30,00	2%
Outros: gastos	10	12,0%	333,00	26%

Fonte: Autor (2020).

Os dados apresentados na Tabela 26, mostram claramente que os principais gastos das famílias ocorrem com alimentação e saúde, chegando a mais de 50% da média mensal. As despesas com gás, lenha e carvão representam apenas 5% dos gastos médios mensais, contudo, quando relacionados aos programas de transferência de renda, aposentadoria e pensão (Tabela 23), chegam a representar 8,9% destas fontes de receitas, ampliando consideravelmente seu

impacto quando comparado com as receitas provenientes do Programa Bolsa Família, chegando a representar 28,4% da média obtida. Estes mesmo dados quando relacionado com a média de receitas provenientes das atividades agropecuárias e com atividades não agrícolas, as despesas com gás, lenha e carvão podem representar 14% e 25,5%, respectivamente.

Tabela 26 - Fontes de energia utilizadas por famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Fonte de Energia	Unidade	Frequência Absoluta	Percentual	Média Mensal de Consumo	Gasto Médio Mensal (R\$)
Botijão (sem Biogás)	Botijão	45	54,2%	0,86	52,93
Botijão (+ Biogás)	Botijão	21	25,3%	0,76	33,13
Só Biogás	Botijão	14	16,9%	1,0	-
Carvão	Kg	38	45,8%	25,0	22,00
Lenha	m ³	28	33,7%	1,9	-

Fonte: Autor (2020).

Segundo Diaconia (2020), tradicionalmente, cada família gasta, mensalmente, cerca de 10% de um salário mínimo com a compra de gás butano, o que significa, nos valores atuais, algo em torno de R\$ 104,50. Pressupõe-se, portanto, que a substituição destas fontes pelo uso contínuo do biogás geraria uma economia para as famílias, impactando de forma variada, conforme composição das receitas, porém, seguindo a lógica matemática, com maior expressividade para as famílias com menor média mensal de receitas.

O impacto financeiro com o uso do biogás é diluído à medida que as alternativas e média mensal de receita das famílias aumentam. Consequentemente, nestes casos, o uso do biogás em substituição ao uso de gás GLP, lenha e carvão gera uma economia na faixa de 4% a 5% da média mensal, o que pode não ser grande atrativo para introdução de uma tecnologia como o biodigestor que requer uma dinâmica diária de manejo, conforme já discutido anteriormente.

A Tabela 26 nos indica também que há um importante espaço de crescimento para o uso do biodigestor na perspectiva de redução de despesas com gás, lenha e carvão, especialmente para as famílias com pouca diversificação de receita, mas, especialmente para aquelas que dependem do Programa Bolsa Família. Um percentual considerável ainda utiliza o gás butano como única fonte para cocção dos alimentos, vindo depois um conjunto de famílias que associam o biogás com o gás GLP e, por último, um grupo menor (16,9%) que utiliza apenas biogás como fonte de calor para o cozimento dos alimentos. Destaca-se, contudo, que ao excluir as famílias que se encontram com o biodigestor desativado o percentual de famílias que usam apenas o biogás para cocção de alimentos sobre para 25%. De todo modo é importante destacar

também que 42% do total da amostra fazem uso do biogás, e, extraindo novamente deste dado os biodigestores desativados, o percentual de famílias com biodigestores ativos e que fazem uso do biogás nas atividades domésticas sobe para 62,5%. Nesta mesma perspectiva, SPECHT (2012), avaliando o uso de lenha como combustível doméstico, ao fazer referência ao uso de gás liquefeito de petróleo (GLP) verificou que 35% dos entrevistados utilizavam apenas este gás como combustível e 64% utilizam de forma mista associado ao uso de lenha.

Deste modo, é possível sugerir que para famílias com maior faixa de renda a melhor estratégia para introdução da tecnologia pode não ser pelo convencimento do impacto econômico, notadamente se o uso do biogás estiver associado apenas para a cocção de alimentos. Tornando-se necessário, portanto, evidenciar de forma mais contundente os ganhos ambientais que a tecnologia pode oferecer, e, principalmente associar outros usos do biogás no sistema produtivo ou nas atividades residenciais, que permitam ampliar sua participação na redução de despesas e consequentemente contribuir com a receita familiar.

Fazendo paralelo com o grupo de famílias entrevistadas no Sertão do Pajeú, observa-se que a associação do biogás com outras fontes de energia, lenha ou gás butano, para cocção de alimentos pode permanecer ao longo do tempo, mesmo que em menor escala. Isto se dá pelo fato de 55% das famílias afirmarem que utilizam lenha ou gás de forma eventual, quando se trata da necessidade de uso de grandes utensílios para cozimento dos alimentos (relacionado a recebimento de visitas) ou quando há problemas de manutenção do equipamento, o que é tratado como caso de emergência. Quando se trata do uso do gás butano associado ao biogás, há relatos de uso de 1 botijão a cada dois ou três meses, 1 a 2 botijões por ano ou 1 botijão a cada 4 anos. De todo modo, 20% das famílias afirmam utilizar somente biogás, número próximo ao obtido junto as famílias do Agreste Pernambucano.

O tempo de uso de um botijão de 13 kg de gás GLP, no universo das famílias pesquisadas, se demonstrou muito variável. Depende muito do tipo de consumo da família, do número de pessoas na residência, mas, também, da associação com outras fontes de energia.

Conforme a Tabela 27, o menor período de uso de um botijão de gás foi de 20 dias, mas podendo chegar a 365 dias, em um dos casos. Porém, a média de tempo de uso é na ordem de 30 dias, período correspondente a 50% das famílias; outras, 28%, consomem a mesma quantidade de gás entre 45 e 60 dias. No período pesquisado (nov/18 a jan/20), o custo unitário de um botijão de gás estava entre R\$ 60,00 e R\$ 75,00. Entretanto, para 63% das famílias pode ter um custo adicional, pois compram o gás na cidade, enquanto 37% delas compram na comunidade, podendo não ter este custo adicional de transporte. Questionadas sobre as vantagens e desvantagens com o uso do gás GLP, para 70% das famílias a praticidade e

agilidade estão colocadas como as principais vantagens; e para 75% das famílias o alto custo é apontado como sendo a principal desvantagem para o uso do gás GLP.

Tabela 27 - Tempo de uso do botijão de gás GLP por famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Caetano, 2019

Tempo de uso (dias)	Frequência Absoluta	Percentual
20	1	1,5
25	1	1,5
30	34	50,0
45	4	5,9
60	15	22,1
90	8	11,8
120	3	4,4
180	1	1,5
365	1	1,5

Fonte: Autor (2020).

4.4 USO DE LENHA E CARVÃO VEGETAL

O quarto objetivo específico buscou levantar elementos visando mensurar a contribuição dos biodigestores na redução do uso de lenha e carvão vegetal para uso doméstico, considerando ser um dos elementos fortemente relacionado com o debate ambiental, visto que o consumo destas duas fontes de energia contribui diretamente com o desmatamento.

4.4.1 Uso de lenha

Apesar da maioria das famílias, 66%, não utilizarem a lenha como fonte de energia para as atividades domésticas, o uso do biodigestor não eliminou por completo esta atividade, uma vez que ainda está presente em 34% das famílias. Contudo, é importante considerar que seis destas famílias estavam com os biodigestores desativados, anulando o objetivo da tecnologia quanto a substituição da lenha pelo biogás. Deste modo, com relação às famílias que efetivamente utilizam o biodigestor, 73% dizem não mais utilizar essa fonte de energia e 27% delas ainda mantem o hábito de uso de lenha nas atividades de cozimento de alimentos.

Das famílias que afirmam fazer uso de lenha, 84% delas apontam o baixo custo como principal vantagem para sua utilização como fonte de combustão, além de relacionar também a efeitos que proporciona ao sabor da comida. Os indicadores relacionados às desvantagens são mais amplos. Estão relacionado com a velocidade da queima da lenha, demora na pega do fogo,

contribuição ao desmatamento, desconforto causado pela alta temperatura no ambiente interno da residência, trabalho para coleta da lenha, e, principalmente a emissão de fumaça, a qual é expressada como desvantagem por 63% das famílias que a utilizam. A emissão de fumaça se torna menos grave pelo fato de 93% utilizarem o fogão em ambiente externo da residência e 68% utilizarem coletor de fumaça. Os elementos negativos trazidos pelas famílias resultantes do uso da lenha, dialogam com a afirmação de Specht (2012), o qual cita danos devido à extração da madeira nas florestas; danos na saúde dos usuários diretos deste combustível ao lançar fumaça no interior das residências; e, emissões de gases que proporcionam o efeito estufa.

A lenha utilizada, em 87% dos casos é retirada na propriedade, contudo não foi aprofundado qual tipo de lenha, apesar de algumas famílias fazerem questão de informar que se tratava de fragmentos florestais ou lenha seca, sem necessidade de derrubada de árvores. Outro elemento importante é que 82% das famílias dizem fazer uso semanal da lenha, caracterizando uma dinâmica bastante presente nestas famílias. Neste sentido, o estudo de SPECHT (2012), indica que mais de 65% dos entrevistados utilizam lenha em suas residências, em diferentes graus de intensidade, pelo menos uma vez por mês ou todos os dias e ainda revela que dentre as razões eleitas para o uso da lenha, 40% dos entrevistados apontam à economia de gás e de dinheiro e outros 40% se referem ao cozimento mais rápido, devido ao seu alto poder calorífico quando.

No México, segundo relatos de Martí-Herrero et al (2016), os estudos de impacto da implantação de 265 biodigestores nas comunidades Maias de Yucatán, mostraram uma redução de 97% do uso de lenha nos domicílios, colocando o biogás como a principal fonte de energia e foi identificado um aumento na produção agrícola em mais de 60% das famílias resultante do uso de biofertilizante.

4.4.2 Uso de carvão vegetal

Conforme demonstrado na Tabela 26, o uso do carvão está presente num quantitativo de famílias maior que a lenha. Como a produção de carvão vegetal requer uma disponibilidade constante de madeira apropriada, a dependência pela compra desta fonte de energia é mais frequente do que a lenha, resultando que 95% das famílias dependem da compra de carvão, com um gasto médio mensal na ordem de R\$ 22,00 (vinte e dois reais). Indicando que de forma concreta não anula a contribuição ao desmatamento, especialmente quando se trata de produto não relacionado a áreas com plano de manejo autorizadas pelos órgãos competentes. Segundo

Brito (2007), apud FAO (2003), o uso de madeira, na sua forma direta ou do seu derivado, o carvão vegetal, é combustível vital para o preparo de alimentos em diversas regiões do planeta, sendo utilizada como principal fonte de energia por duas a cada seis pessoas, especialmente em países em desenvolvimento.

O leque de vantagens apontadas para o uso do carvão vegetal é bem mais extenso que o uso da lenha. As famílias fazem referência ao baixo custo (53%), ao fato de não emitir fumaça demasiadamente (41%), não promover sujeira nas panelas (44%), apresentar facilidade de pega e no cozimento (38%) e ainda a possibilidade de promover atividades de lazer. As citações no campo das desvantagens são opostas a questão da economia, pois algumas famílias dizem ser caro (12%) e outras dizem ser lento para o cozimento (15%), contrariando a opinião anterior. A maioria das famílias não apontaram desvantagens para o uso do carvão.

4.5 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A assistência técnica é essencial nos processos de introdução de novas tecnologias. Neste sentido, o quinto objetivo aprofundou os elementos associados ao processo de assessoria técnica relacionados à construção, manutenção e uso dos biodigestores. O uso e manutenção do biodigestor é cercado de necessidades que se não bem compreendidas podem colocar em risco o pleno funcionamento da tecnologia. Uma primeira informação que consideramos importante neste contexto é como as famílias tiveram conhecimento da tecnologia do biodigestor, modelo sertanejo. Neste aspecto, destaca-se a influência das duas principais organizações sociais mais frequentadas pelas famílias: a associação e o sindicato. A pesquisa indica que 46% das famílias afirmam ter tido conhecimento sobre o biodigestor por meio destas duas organizações, contudo as associações chegam a ser citadas por 88% destas famílias e o sindicato por 66% como sendo o meio de conhecimento da tecnologia. Algumas poucas famílias (6%) fazem referência a Abemorar e não há uma referência a qualquer organização pública ou privada de prestação de serviços de assistência técnica.

Participar de capacitação sobre o uso e manejo do biodigestor é também essencial para seu bom funcionamento. Sobre esta questão, conforme dados da Tabela 28, observa-se que 90% receberam algum tipo de capacitação, principalmente em encontros de mobilização e reuniões, além de intercâmbios. Estes eventos ocorreram no sindicato, na associação ou ainda em comunidades vizinhas, permitindo a participação em mais de um espaço. O tempo dedicado para informar sobre uso e manejo do biodigestor foi de um a dois dias, e, em alguns casos, com duração de até três dias ou mais.

Tão importante quanto este processo inicial de capacitação é a continuidade dele. Neste aspecto, 71% da amostra é categórico em reconhecer que houve continuidade na assistência técnica, por um certo tempo, neste caso não muito consensuado, pois varia de um a doze meses. No entanto, a maioria das citações apontou um período em torno de seis meses de acompanhamento após a implantação do biodigestor.

Tabela 28 - Tipo, local e duração da capacitação para implantação de biodigestor em estabelecimentos rurais de famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019

Questões	Frequência	Percentual
Recebeu capacitação?		
Sim	75	90,4
Não	8	9,6
Tipo de Capacitação?		
Encontro de Mobilização	53	63,9
Reunião	53	63,9
Intercâmbio	22	26,5
Onde?		
No Sindicato	41	49,4
Na associação	36	43,4
Em outra comunidade	23	27,7
Duração?		
1 dia	26	35,1
1,5 dias	4	5,4
2 dias	33	44,6
2,5 dias	5	6,8
3 dias	5	6,8
7 dias	1	1,4

Fonte: Autor (2020).

Esta assistência técnica foi reconhecida por 97% das famílias como sendo trabalho da Diaconia, responsável pela execução do Projeto Biodigestor e 86% afirmam estarem capacitadas para fazer o manejo do biodigestor para produção do biogás. Estes dados são confirmados pelas lideranças comunitárias ouvidas durante a pesquisa, os quais afirmam que as famílias participaram de capacitações sobre a manutenção dos biodigestores, seja na comunidade, na sede do sindicato ou mesmo por meio de intercâmbios. É consenso também entre os mesmos, o acompanhamento técnico da Diaconia durante a implantação do projeto, confirmado durante entrevista com técnicos da equipe, os quais afirmam que a instituição acompanhou a implantação do projeto durante dois anos cabendo, pois, às organizações parceiras locais, melhor apropriação de elementos para responder acerca do acompanhamento posterior à implementação das tecnologias na referida comunidade (DIACONIA, 2020).

Este processo formativo também foi percebido junto as famílias ouvidas no Sertão do Pajeú, pois 70% dizem ter participado de capacitação sobre o uso do biodigestor, a grande

maioria associada à Diaconia, contando também com a participação de outros atores com atuação no território do Pajeú.

Vale ressaltar que os dados relacionados à assistência técnica se distanciam completamente do que foi apresentado pelo Censo Agropecuário (IBGE, 2017), indicando que apenas 6 a 8% dos estabelecimentos dos municípios pesquisados receberam este tipo de serviço, porém reafirma a importância da assistência técnica no processo de introdução de novas tecnologias no âmbito da agricultura familiar.

4.6 PERCEPÇÕES SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A implantação do biodigestor, notadamente em relação ao projeto que deu base para este estudo, é acompanhado de dois principais argumentos: o financeiro e o ambiental. Este segundo muito associado ao debate em torno das mudanças climáticas e da necessidade de adotar iniciativas mitigadoras de seus efeitos. Segundo Diaconia (2020), com o modelo do biodigestor sertanejo as famílias passaram a produzir uma média mensal de 15,73 m³ de biogás, o equivalente a 96,08 kg de lenha para cocção ao mês. Isso significa reduzir o uso de 1.152 kg da mesma lenha ao ano e ainda a exposição de 300 kg de esterco animal no meio ambiente que emite gás metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂) na atmosfera.

Portanto, o quinto objetivo específico, buscou verificar qual a compreensão que as famílias participantes do projeto têm sobre esta temática. Perguntadas sobre se já ouviram falar em mudanças climáticas, a maioria, 67%, afirma que sim. Por outro lado, 28% dizem não ter conhecimento sobre o tema e 42% das famílias afirma que algum membro da família participou de capacitação relacionada às mudanças climáticas, enquanto 49% diz não ter participado de eventos de capacitação com este conteúdo. Contudo, apesar do bom número de participantes nos eventos formativos, ao serem questionadas sobre a percepção em relação às mudanças climáticas, boa parte das famílias, 34%, não se apresentaram seguras para emitir opinião a respeito.

São apresentados quatro grandes indicadores (Quadro 4), segundo as famílias, relacionados às mudanças climáticas, que expressam as percepções a partir das observações de fatores climáticos e meteorológicos, mas também de observações genéricas. Mudanças relacionadas à ocorrência de chuvas é o indicador de maior frequência, citado por 81% das famílias, seguido de percepções em relação à temperatura, citada por 67%; ocorrência de seca, citada por 22%; e ainda questões relacionadas a mudanças não específicas. Na percepção das famílias da Região do Pajeú, os indicadores relacionados a temperatura (clima mais frio,

aumento da evaporação da água, aumento da seca e aumento do calor), são os mais citados, por 85% das famílias, seguido de indicadores associados à ocorrência de chuvas (diminuição ou chuvas com mais frequência), citados por 45% das famílias.

O Quadro 4 especifica qual a percepção em relação aos indicadores identificados e ainda apresenta as possíveis causas destas mudanças percebidas, relacionadas, segundo as famílias, à poluição, desmatamento e uso de agrotóxico.

Quadro 4 - Percepções em relação aos indicadores de mudanças climáticas, segundo famílias dos municípios de Bom Conselho, Caetés, Jupi e São Bento do Una, 2019

Indicadores	Percepções
Chuvas	Chuvas fora de época Pouca chuva
Temperatura	Calor na maior parte do ano
Seca	Mais prolongadas
Mudanças Gerais	Clima fora de controle Clima diferente, desordenado Desertificação Mais insetos - pragas
Causas	
Poluição Desmatamento Uso de agrotóxico	

Fonte: Autor (2020).

Os indicativos do que fazer para superação ou mitigação das mudanças climáticas são diversos, porém concentrados em duas grandes áreas: (a) preservação e conservação dos recursos naturais, citado por 83% das famílias, as quais fazem referência a evitar o desmatamento e plantar árvores; e (b) manejo agrícola, citado por 33% das famílias, fazendo referência à cobertura do solo, evitar queimadas e não fazer uso de agrotóxicos. As famílias também citam, em menor escala, a cuidados com a água, cuidados com o lixo, além de crença na religiosidade, ambos citados por 2% da amostra.

Na compreensão das lideranças comunitárias ouvidas durante da pesquisa, o biodigestor pode ajudar a resolver o problema das mudanças climáticas pois proporciona o aproveitamento do esterco, evita o desmatamento, diminui a emissão de fumaça com a queima da lenha e gera economia. Esta é a mesma percepção das famílias do Sertão do Pajeú, as quais também afirmam que o biodigestor contribui para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (75% dos

entrevistados), principalmente pela redução de emissão de gases do efeito estufa em função da utilização do esterco do curral, por produzir gás não poluente e por reduzir o consumo de lenha.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

Os argumentos expostos acima permitem afirmar como verdadeira a hipótese proposta inicialmente de que o uso da tecnologia social do biodigestor proporciona incremento na renda das famílias agricultoras, influenciando consideravelmente na redução do uso do gás GLP, ou mesmo na sua total substituição, identificado em 25% das famílias com biodigestores ativos, representando ganhos efetivos, proporcional ao nível de renda das famílias. Evidencia-se também que o uso do biogás proporciona redução no uso de lenha e do carvão vegetal na cocção dos alimentos, sendo também possível a completa substituição desta fontes de energia pelo uso do biogás, fortalecendo o papel do biodigestor sertanejo como tecnologia social que contribui deveras para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, além de contribui também com a produção de biofertilizante, utilizado nos cultivos temporários e permanentes, notadamente no cultivo da palma forrageira. Todavia deve-se ponderar que o biodigestor requer um investimento inicial na ordem de R\$ 4.000,00, que, quando associado apenas a substituição do gás GLP, a inversão deste investimento pode levar de quatro a cinco anos, considerando o aporte financeiro realizado com recursos oriundos da renda familiar, passando então a proporcionar uma economia mensal variando percentualmente de acordo com a fonte e a receita média mensal por família.

A hipótese de que o não uso, ou desativação, do biodigestor está relacionada à falta de matéria-prima, exigências na manutenção do equipamento e/ou à falta de mão-de-obra para manutenção do equipamento, também se confirma, notadamente em relação a matéria prima, visto que este é o motivo mais apontado pelas famílias participantes do estudo como causa do não uso contínuo da tecnologia.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Considera-se importante a existência de mecanismos de proteção da tecnologia, dada a possibilidade de perda de confiança no modelo de biodigestor proposto, em função de sua implementação sem os devidos cuidados. Para isso recomenda-se:

a) em se tratando de uso na agricultura familiar, recomenda-se não implantar biodigestor em unidades familiares sem atividade pecuária, considerando que a produção de biogás, no

meio rural, está diretamente associada ao uso de dejetos de animais, sob pena de criar dependência de fontes externas;

b) fazer estudos preliminares sobre a demanda de biogás da família, relacionando com o potencial de produção de biogás a partir do rebanho existente, de modo a estabelecer uma dinâmica de abastecimento a partir da quantidade de dejetos demandada, conforme consumo previsto;

c) quando a implantação do biodigestor estiver associada a projetos sociais, com custo subsidiado, fortalecer os argumentos de impacto econômico para as famílias de baixa renda e evidenciar os argumentos de impacto ambiental para as famílias com fontes de receitas mais permanentes, especialmente quando não associadas às atividades agropecuárias;

d) estimular o uso do biogás associado às demais atividades do sistema de produção, especialmente os dependentes de energia elétrica, considerando para tal a construção de biodigestor com maior capacidade de produção e o uso de geradores adaptados ao uso de biogás, visando a substituição da energia elétrica convencional;

e) estabelecer diálogos com órgãos públicos de assistência técnica e extensão rural e agentes de crédito, no sentido de incorporar a tecnologia de biodigestor nas linhas de financiamento na perspectiva da sustentabilidade ambiental.

e) sempre procurar orientação técnica para implantação do biodigestor. É um equipamento de grande utilidade e importância ambiental, mas precisa ser bem dimensionado e a instalação dos tubos de canalização do gás deve ser feita por profissional com conhecimento técnico na área.

Por fim, o produto técnico gerado neste trabalho será um relatório produzido no âmbito da Chamada Cnpq/MCTIC/MDS N°. 36/2018 – Tecnologia Social, sintetizando os principais elementos da pesquisa e ainda uma primeira aproximação da elaboração de um manual ou boletim técnico, em formato Portable Document Format (PDF) para uso em meios eletrônicos, destacando os elementos metodológicos acerca da implantação de biodigestores no contexto da agricultura familiar, objetivando apresentar recomendações, com os mecanismos de proteção da tecnologia, dada a possibilidade de perda de confiança no modelo de biodigestor proposto, em função de sua implementação sem os devidos cuidados técnicos, considerando os elementos apresentados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

BLEY JR., Cícero. **Biogás: a energia invisível**. Prefácio de Leonardo Boff. Foz do Iguaçu: CIBiogás. Ed. Abril. São Paulo: Itaipu Binacional, 2014. Disponível em:

BRASIL. **Plano nacional sobre mudança no clima**. Governo Federal, Comitê Interministerial Sobre Mudança do Clima. Brasília: PNMC, 2008.

BRITO, José Otávio. **O uso energético da madeira**. Revista Estudos Avançados nº 59, Dossiê Energia. São Paulo: USP, v. 21 n. 59, 2007.

BRONDANI, José Carlos. **Biodigestores e Biogás: Balanço energético, possibilidades de utilização e mitigação do efeito estufa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) –Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Santa Maria, 2010.

CERVI, Ricardo Ghantous. **Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia: estudo de caso em unidade biointegrada**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, 2009.

COLATTO, Luciulla; LANGER, Marcelo. **Biodigestor: resíduo sólido pecuário para produção de energia**. Unoesc & Ciência–ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, 2011

COSTA, D. F. da. **Geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento de esgoto**. 2006. 194p. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DA SILVA BEZERRA, F. D.; GOMES MACIEL, R. C.; DE OLIVEIRA LOIOLA, T. **Impacto da Educação na Renda das Famílias Rurais da Amazônia: Uma Análise a Partir da Agricultura Familiar no Acre**. Revista de Estudos Sociais, [S. l.], v. 15, n. 30, p. 72-92, 2014. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/res/article/view/1437>. Acesso em: 4 out. 2020.

DAGNINO, Renato. BRANDÃO, Flávio Cruvinel. NOVAES, Henrique Tahan. **Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social**. In: Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro, 2004.

DAL MAGO, Anigeli. **Avaliação de biodigestores com o uso de dejetos de suínos, em Braço do Norte e em Concórdia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) –Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2009.

DEGANUTTI, Roberto et al. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada**. Departamento de Artes e Representação Gráfica, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2002.

DIACONIA. **12 passos para construir um biodigestor**. Recife-PE, s.d...

_____. **Reaplicando o biodigestor a partir da mobilização Social**. Recife. 2016.

_____. **Entrevista de Ita Porto e Jucier Jorge**. Entrevista concedida a: SOUZA, R. A.;

Recife - PE. Junho de 2020.

ECUADOR. **Introducción de biodigestores en sistemas agropecuarios en el Ecuador: Un aporte a la mitigación y adaptación del cambio climático y su aplicación.** Ministerio Del Ambiente. Quito, 2015.

EL-DERI, Soraya Giovanetti. CARRASCO, Carlos Leonardo Melo. **Por uma educação para a sustentabilidade.** In: Tecnologias Sociais para a Sustentabilidade. Recife: EDUFRPE, cap. 1, p. 8-35, 2016

EPE. **Matriz energética e elétrica.** Rio de Janeiro: EPE, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

EPE. **Análise de conjuntura de biocombustíveis.** Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro: EPE, 2019. 34p. EPE-DPG-SGB-Bios-NT-01-2019-r0.

ESPERANCINI, Maura S. T. et al. **Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo.** Jaboticabal, v.27, n.1. p. 110-118, 2007.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB). **Banco de Tecnologias Sociais.** Biodigestor Sertanejo. Disponível em: <<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/detalhar-tecnologia-327.htm>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. **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 (Mestrado em Engenharia da Produção), Universidade de Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo; **Métodos de pesquisa.** UAB/UFRGS. SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GUIMARÃES, Paulo Ricardo Bittencourt. **Métodos Quantitativos Estatísticos.** Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008. 245 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

_____. **Pesquisa Pecuária Municipal: 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

_____. **Estimativa da População.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 02 out. 2019.

_____. **Cidades.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/bom-conselho/panorama>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

_____. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Módulo Fiscal**. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/pt/modulo-fiscal.html>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

KARLSSON, Tommy. et al. **Manual básico de biogás**. Lajeado: Ed. da Univates, 2014. 69 p.

LASSANCE Jr, Antônio E.; PEDREIRA, Juçara Santiago. **Tecnologias Sociais e Políticas Públicas**. In: Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro, 2004.

LEMOS, Silse Teixeira de Freitas. **O Trabalho das Mulheres da Agricultura Familiar à Indústria Capitalista Contemporânea e a Incidência dos Mitos nas Relações de Gênero na Sociedade Patriarcal** *Revista de Políticas Públicas*, vol. Esp, 2016, pp. 347-354 Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil.

LOPES, Iug; LEAL, Brauliro Gonçalves. **Índice de aridez e tendência a desertificação para estações meteorológicas nos estados da Bahia e Pernambuco**. *Revista Brasileira de Climatologia*, ano 11, vol. 17, p.155-172. Revista eletrônica. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/index>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

MATTEI, Lauro. **O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro**. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 45, p.71-79, Fortaleza, 2014.

MATTOS, L. C.; FARIAS JR. M. **Manual do biodigestor sertanejo**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2011. 55 p.

MATTOS, Luís Cláudio; KREHBIEL, Joel. **Impacto de um biodigestor domiciliar na economia de emissões de gases de efeito estufa em uma propriedade da agricultura familiar do cariri paraibano**. In: A Conferência da Terra, aquecimento global, sociedade e biodiversidade, vol. III. p. 315-32, João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.

MATTOS, Luís Cláudio. **Um tempo entre secas: superação de calamidades sociais provocadas pela seca através das ações em defesa da convivência com o semiárido**. Luís Cláudio Mattos. CPDA/UFRRJ. Seropédica, p. 273. 2017. Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências Sociais, no Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade - CPDA.

MARTÍ-HERRERO J. et al. **Oportunidades para el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores de pequeña y mediana escala en LAC**. Redbiolac, 2016.

MEUNIER, Isabelle M. J.; SILVA, José Antônio Aleixo da; FERREIRA, Rinaldo L. Caraciolo. **Inventário Florestal, Programas de Estudo**. Recife: Departamento de Ciência Florestal. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2001.

MITO. **Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil**. Jessica Yuki de Lima Mito ... [et al.]. Concórdia: Embrapa Suínos

e Aves, 2018. 52 p.; 21 cm. Documentos Embrapa Suínos e Aves; ISSN 01016245; 196p.

NOBRE, Carlos A. et al. Relatório N° 6: **Mudanças Climáticas e possíveis alterações nos Biomas da América do Sul**. São Paulo: CPTEC/INPE, IAE/CTA, 2007.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de; HIGARASHI, Martha Mayumi. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

OLIVER. et al. **Manual de Treinamento em Biodigestão**. Oliver (Org.). Brasil: Instituto Winrock, 2008.

PALHARES, Júlio Cesar Pascale; GEBLER, Luciano. **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília-DF: Embrapa, 2014. v.2. 490p; ISBN 978-85-7035-302-3.

QUADROS, Danilo Gusmão de; **Biodigestor na agricultura familiar do Semiárido**. Salvador: EDUNEB, 2009. 96 p.

REDEBIOLAC. **Biodigestores**. Disponível em: <http://redbiolac.org/biodigestores/>. Acesso em: 26 de jun. 2020.

RODRIGUES, Ivete; BARBIERI, José Carlos. **A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável**. Revista de Administração Pública (RVP), Rio de Janeiro, v. 42 (6): p. 1069-1094, nov./dez., 2008.

SANTOS, Marilim Mariano dos. **Produção e uso do biogás no Brasil**. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

SEEG, Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito. **Emissões por setor**. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br>. Acesso em: 25 de mai. 2018.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO (SEEG). **Emissões por setor: Agropecuária**. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/agropecuaria>. Acesso em: 30 de jul. 2020.

SPECHT, Maria Joana Da Silva. **Uso de lenha como combustível doméstico: padrões, impactos e perspectivas futuras para conservação da floresta atlântica ao norte do rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Biologia) –Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro de Ciências Biológicas, Pós-graduação em Biologia Vegetal. Recife, 2012.

SUDENE. **Delimitação do Semiárido**. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em: 25 de jun. 2020.

VAN DER PLOEG, Jan Douwe. **Dez qualidades da agricultura familiar**. Caderno de Debates, Revista. Agriculturas: experiências em agroecologia. n. 1. 16 p. Rio Janeiro, 2014.

VEIGA, José Eli. **Agricultura Familiar e Sustentabilidade**. Cadernos de Ciência & Tecnologia. v.13, n.3, p.383-404. Brasília, 1996.
<<https://ler.amazon.com.br/?asin=B00OSB2HSU>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

APÊNDICE A – FOTOS DO BIODIGESTOR SERTANEJO

Figura 4 - Biodigestor sem uso no Sítio Angico, Bom Conselho-PE



Fotos: Wanderley Nunes, 2020.

Figura 5 - Detalhe do tanque de fermentação, caixa de recarga e filtro de gás do biodigestor sertanejo. Sítio Angico e Sítio Cancelas, Bom Conselho-PE



Fotos: Wanderley Nunes e Cláudio Almeida, 2020.

Figura 6 - Destaque do biodigestor sertanejo com carga máxima de biogás. Sítio Angico, Bom Conselho-PE



Fotos: Wanderley Nunes e Cláudio Almeida, 2020.

Figura 7 - Diferentes tipos de filtro utilizado no biodigestor sertanejo. Assentamento Armazém e Sítio Gama, São Bento do Una - PE



Fotos: Cláudio Almeida, 2020.

Figura 8 - Adaptação de proteção para evitar entrada de aves. Sítio Cabo do Campo, Jupi-PE e Agreste Velho, Caetés-PE



Fotos: Cláudio Almeida e Conceição Dantas, 2020.

Figura 9 - Caixa de coleta de biofertilizante, Sítio Gama, São Bento do Una e Cultivo de Palma Forrageira com uso de biofertilizante, Sítio Cabo do Campo, Jupi-PE



Fotos: Cláudio Almeida e Conceição Dantas, 2020.

Figura 10 - Placas de identificação, Projeto Biodigestor. Sítio Várzea Suja, Caetés-PE e Sítio Agreste Velho, Caetés-PE



Fotos: Cláudio Almeida e Conceição Dantas, 2020.

Figura 11 - Detalhe da canalização do biogás até o fogão. Sítio Angico, Bom Conselho-PE



Foto: acervo Diaconia.

**APÊNDICE B – ENTREVISTA COM FAMÍLIAS COM BIODIGESTOR
AGRESTE PERNAMBUCANO**

Formulário N° _____

Data: ____/____/____

Município: _____

Local (Sítio/Comunidade): _____

Quantas pessoas moram na Residência e qual a idade (anos)?:

HOMEM

0 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 34	35 a 39	40 a 44	45 a 49	50 a 54	55 a 59	60 a 64	65 a 69	70 a 74	75 a 79	80 a 89	90 a 99	+	

MULHER

0 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 34	35 a 39	40 a 44	45 a 49	50 a 54	55 a 59	60 a 64	65 a 69	70 a 74	75 a 79	80 a 89	90 a 99	+	

Quantas pessoas tem na casa por nível de Escolaridade?

- Analfabeto (não lê, não escreve) _____ pessoas
- Semianalfabeto (lê ou escreve) _____ pessoas
- Educação Infantil _____ pessoas
- Ensino Fundamental I (Alfabetizado) _____ pessoas
- Ensino Fundamental II (até 5ª série) _____ pessoas
- Ensino Fundamental III (até 8ª série) _____ pessoas
- Ensino Médio _____ pessoas
- Curso Superior _____ pessoas

2. RELAÇÃO COM A TERRA e RENDA

Qual a condição em relação à posse da Terra?

() Proprietário () Posseiro () Meeiro () Arrendatário () Assentado

Obs: _____

Qual o tamanho da Propriedade? _____ ha _____ Tarefas

Quais as atividades de produção (agrícola e não agrícola) que a família desenvolve?

Quais animais e a quantidade que a família cria na propriedade?

caprinos/ovinos _____ Suínos _____ Bovinos _____ Aves (todas) _____

Outros: (citar) _____

Qual (ou quais) a fonte de renda da família e qual a renda mensal ou anual (aproximada)¹⁵?

Agricultura: R\$ _____ Pecuária R\$ _____ Aves R\$ _____

Com Produtos Beneficiados

Tipo de produto: _____ Renda R\$ _____

Tipo de produto: _____ Renda R\$ _____

Tipo de produto: _____ Renda R\$ _____

Bolsa família: R\$ _____ Aposentadoria: R\$ _____ Sal. Maternidade: _____

Outra renda (qual?) _____

Considerando uma nota de 1 a 10, onde 1 é muito ruim e 10 muito bom, qual nota você daria para a condição de renda da família neste ano de 2018? _____

Considerando as despesas com a família, quanto aproximadamente, por mês, se gasta com:

Alimentação: R\$ _____ Roupas: R\$ _____ Transporte: R\$ _____

Lazer: R\$ _____ Comunicação R\$ _____ Gás/Carvão/Lenha: R\$ _____

¹⁵ No caso de agricultura e pecuária, havendo dificuldade de estimar a renda mensal, fazer estimativa anual

Energia Elétrica: R\$ _____ Saúde: R\$ _____ Outros: gastos R\$ _____

3. FONTES DE ENERGIA

Atualmente o que a família utilizada para cozinhar e qual a quantidade mensal (uma ou mais opções)?

- () Gás Butano _____ botijão () Lenha _____ m³ () Carvão _____ Kg
() Biogás _____ (identificar a unidade de medida usada pela família)

3.1 USO DO GÁS GLP

No caso de usar gás GLP, quanto tempo dura um botijão de gás? _____/dias

Onde é comprado? () na comunidade () na cidade

Qual o preço do botijão hoje? R\$ _____

Você lembra dos últimos quatro aumentos no preço do gás? Qual mês e qual valor era?:

Mês/Ano: _____ Valor: _____ r\$ Mês/Ano: _____ Valor: _____ r\$

Mês/Ano: _____ Valor: _____ r\$ Mês/Ano: _____ Valor: _____ r\$

Qual (ou quais) VANTAGEM e DESVANTAGEM você vê no uso do gás butano

3.2 LENHA

No caso de usar lenha, quantas vezes, por dia ou por semana, usa? (estimar duração) _____ dias

Onde fica o fogão a lenha: () dentro de casa () fora de casa

Tem coletor de fumaça () sim () não

Como a família consegue a lenha?

() compra na comunidade () tira na propriedade () compra de fora da comunidade

() Outra forma: _____

Qual quantidade de lenha que usa/usava (kg ou metro): _____ por dia _____ por semana

Qual a origem da lenha que utiliza: () Caatinga ou mata () reflorestamento

() não sabe a origem

No caso de lenha comprada, quanto paga? R\$ _____/metro ou _____

Qual (ou quais) VANTAGEM e DESVANTAGEM você vê no uso da lenha?

3.3 CARVÃO

No caso do uso do carvão, como consegue?

() faz na propriedade () compra R\$ _____/kg ou _____

Qual o gasto mensal com a compra de Carvão? R\$ _____

Qual (ou quais) VANTAGEM e DESVANTAGEM você vê no uso do carvão

3.4 BIOGÁS/BIDIGESTOR

No caso do uso do Biogás, desde quando começou a usar? Mês _____ Ano _____

Qual tipo de esterco utilizada para alimentar o biodigestor e qual a quantidade?

Esterco de: _____ Qtde.: _____/Dia _____/Semana

Qual a periodicidade de uso do biogás?

() todo dia (só usa biogás) () uma ou duas vezes por dia () mais de duas vezes por dia

() uma ou duas vezes por semana () mais de duas vezes por semana

() uma ou duas vezes por mês () mais de duas vezes por mês

Porque não usa todo dia?

Quanto de água é usado na recarga do biodigestor? _____ litros

De onde vem a água? _____

Qual o tipo da água () potável () de uso geral (casa, animal ou na lavoura)

Qual ano foi implantado o Biodigestor? Mês _____ Ano _____

Como conseguiu o biodigestor? _____

Quanto custou o biodigestor para a família? R\$ _____

Descreva como é feito o manejo do biodigestor para produção do biogás (quantidade de dejetos, de água, periodicidade de manutenção, tipo de dejetos, etc):

De onde vem os dejetos para alimentar o biodigestor e de quais animais?

() da propriedade caprinos/ovinos suínos bovinos aves

() de outra propriedade

Qual (ou quais) **VANTAGEM** e **DESVANTAGEM** você vê no uso do **BIODIGESTOR**

Você recomendaria o biodigestor para outra família utilizar?

() Sim () Não

Quanto custou o Biodigestor para você? () Nada _____ R\$ () Não sabe

Quanto você acha que custa um biodigestor? _____ R\$

3.5 BIOFERTILIZANTE

Você usa o biofertilizante extraído do biodigestor?

() Não () sim Onde? () _____

Qual a quantidade utilizada? _____ litros/dia _____ litros/semana

() Não Usa, por que:

Qual (ou quais) **VANTAGEM** e **DESVANTAGEM** você vê no uso do Biofertilizante

4. ORGANIZAÇÃO SOCIAL

Alguém da família participa de algum movimento ou organização comunitária, religiosa ou sindical?

Associação	<input type="checkbox"/>	Esposo	<input type="checkbox"/>	Esposa	<input type="checkbox"/>	Filho	<input type="checkbox"/>	Filha	<input type="checkbox"/>	Ninguém
Sindicato	<input type="checkbox"/>	Esposo	<input type="checkbox"/>	Esposa	<input type="checkbox"/>	Filho	<input type="checkbox"/>	Filha	<input type="checkbox"/>	Ninguém
Igreja:	<input type="checkbox"/>	Esposo	<input type="checkbox"/>	Esposa	<input type="checkbox"/>	Filho	<input type="checkbox"/>	Filha	<input type="checkbox"/>	Ninguém
Grupo	<input type="checkbox"/>	Esposo	<input type="checkbox"/>	Esposa	<input type="checkbox"/>	Filho	<input type="checkbox"/>	Filha	<input type="checkbox"/>	Ninguém

Qual grupo: _____

Partido Político Esposo Esposa Filho Filha Ninguém

Outro: _____

5. ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Como a família tomou conhecimento do Biodigestor?

A família participou de alguma capacitação sobre a implantação e uso do biodigestor?

Qual? _____

Onde? _____

Duração? _____

A família recebe acompanhamento técnico? () sim () não

De quem? () Ong Diaconia () IPA () Outro: _____

A família recebeu acompanhamento técnico depois da implantação do Biodigestor?

Sim () Não () Por quanto tempo? _____

De quem? () Ong Diaconia () IPA () Outro: _____

A família se acha capacitada para fazer o manejo do biodigestor para produção do biogás?

Sim () Não ()

Se não, porque?

6. MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Você acha que o clima na sua região tem mudado nos últimos anos?

() Sim () Não

Se sim, o que melhor indica essa mudança?

Você já ouviu falar em Mudanças Climáticas?

() Sim Onde: _____

() Não

Se sim, o que você entende por Mudanças Climáticas?

O que você acha que podemos fazer pra evitar mudanças no clima da terra?

Você ou alguém da família já participou de alguma capacitação ou palestra sobre mudanças climáticas:

() Sim onde? _____

() Não

Observações

APÊNDICE C – ENTREVISTA COM LIDERANÇA COMUNITÁRIA

Formulário N° _____

Data: ____ / ____ / ____

Município: _____

Local (Sítio/Comunidade): _____

1. IDENTIFICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO SOCIAL

Nome/Sigla:

Função que exerce: _____

2. SOBRE A ORGANIZAÇÃO DA COMUNIDADE

Qual (ou quais) tipo de organização social as famílias participam?

Na sua opinião, qual das organizações citadas anteriormente as famílias participam com mais intensidade?

Como se deu o processo de implantação dos biodigestores na comunidade?

Quantas famílias na comunidade tem biodigestor?

Quantos estão funcionando efetivamente?

Como você avalia a relação das famílias com os biodigestores e o uso do biogás? Qual o nível de aceitação pelas famílias?

Como foi a Assistência Técnica durante a implantação dos biodigestores? As famílias receberam capacitação sobre manutenção dos biodigestores e uso do biogás?

3. SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Qual seu entendimento sobre mudanças climáticas?

Está acontecendo alguma mudança do clima na sua região?

A Associação Comunitária já promoveu algum debate sobre mudanças climáticas?

Você acha que o biodigestor ajuda a resolver esse problema, porque?

APÊNDICE D – ENTREVISTA COM FAMÍLIAS REFERÊNCIAIS DO SERTÃO DO PAJEÚ

Formulário N° _____

Data: ____ / ____ / ____

Município: _____

Local (Sítio/Comunidade): _____

1. SOBRE O BIODIGESTOR/BIOGÁS

Como e quando a família passou a usar o Biodigestor para produzir biogás?

Porque resolveu construir o biodigestor?

Como é feito o manejo do Biodigestor? (Detalhar os passos e o tempo gasto)

Quais as principais vantagens com o uso do biodigestor?

Quais os principais problemas ou dificuldades com o biodigestor?

Quanto custou para a família a construção do biodigestor?

Como você avalia o biogás em relação ao gás de bujão (butano)?

Na sua opinião o que leva, ou levou, famílias abandonarem o biodigestor?

A família usa outra fonte de energia para cozinhar, além do biogás? O que? E qual a qual a quantidade por mês?

2. SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Qual seu entendimento sobre mudanças climáticas?

Está acontecendo alguma mudança do clima na sua região? Qual?

Você ou alguém da família já participou de alguma capacitação ou encontro sobre esse tema?

Onde e que quem promoveu?

Você acha que o uso do biodigestor ajuda a resolver esse problema, porque?

Outras considerações:

APÊNDICE E – ENTREVISTA COM EQUIPE TÉCNICA DA DIACONIA

Formulário N° 01

Data: ____ / ____ / ____

Formação: _____

Função: _____

1. SOBRE O BIODIGESTOR

Como surgiu o trabalho com Biodigestor na Diaconia?

O Biodigestor Sertanejo é uma proposta de biodigestor diferente dos modelos tradicionais, qual o objetivo dessas mudanças?

Qual o custo de um Biodigestor Sertanejo considerando materiais e mão de obra para implantação?

Quais as vantagens para as famílias em usar o Biodigestor Sertanejo?

Qual a relação do uso do Biodigestor com as Mudanças Climáticas?

Qual a avaliação da Diaconia em relação ao uso do Biodigestor na Comunidade Angico em Bom Conselho?

Na sua opinião o que leva, ou levou, famílias abandonarem o biodigestor?