

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE GESTÃO E NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO ORGANIZACIONAL
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO ORGANIZACIONAL

LUCAS CARVALHO MARTINS

COMBO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL: O CASO DO ASSENTAMENTO CELSO
LÚCIO MOREIRA DA SILVA COMUNIDADE CARINHOSA

UBERLÂNDIA

2020

LUCAS CARVALHO MARTINS

COMBO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL: O CASO DO ASSENTAMENTO CELSO
LÚCIO MOREIRA DA SILVA COMUNIDADE CARINHOSA

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em gestão organizacional – Mestrado Profissional da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do título de mestre

Orientador: Prof. Dr. Pablo Rogers Silva

UBERLÂNDIA

2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

M386 2020	<p>Martins, Lucas Carvalho, 1994- COMBO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL [recurso eletrônico] : O CASO DO ASSENTAMENTO CELSO LÚCIO MOREIRA DA SILVA COMUNIDADE CARINHOSA / Lucas Carvalho Martins. - 2020.</p> <p>Orientador: Pablo Rogers Silva. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Gestão Organizacional. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.827 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Administração. I. Silva, Pablo Rogers, 1980-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Gestão Organizacional. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 658</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091|



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Gestão Organizacional
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 5M, Sala 109 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4525 - www.fagen.ufu.br - ppggo@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Gestão Organizacional				
Defesa de:	Mestrado Profissional, 60, PPGGO				
Data:	quatorze de dezembro de dois mil e vinte	Hora de início:	10h00	Hora de encerramento:	12h30
Matrícula do Discente:	11922GOM017				
Nome do Discente:	Lucas Carvalho Martins				
Título do Trabalho:	Combo energético sustentável: o caso do Assentamento Celso Lúcio Moreira da Silva - Comunidade Carinhosa				
Área de concentração:	Gestão Organizacional				
Linha de pesquisa:	Gestão Pública				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	-				

Reuniu-se, por meio de webconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Gestão Organizacional, assim composta: Professores Doutores: [Pablo Rogers Silva - FAGEN/UFU](#), orientador do candidato; [Cristiane Betanho - FAGEN/UFU](#); [Gleyzer Martins - FACES/UFU](#) e [Stella Jacyszyn Bachega - UFG](#).

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Pablo Rogers Silva, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado.](#)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Mestre](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do

Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Pablo Rogers Silva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 14/12/2020, às 12:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiane Betanho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 14/12/2020, às 12:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gleyzer Martins, Professor(a) do Magistério Superior**, em 14/12/2020, às 12:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Stella Jacyszyn Bachega, Usuário Externo**, em 14/12/2020, às 15:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2385706** e o código CRC **FAB75929**.

LUCAS CARVALHO MARTINS

COMBO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL: O CASO DO ASSENTAMENTO CELSO
LÚCIO MOREIRA DA SILVA COMUNIDADE CARINHOSA

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em gestão organizacional – Mestrado Profissional da Faculdade de Gestão e Negócios (PPGO) da Universidade Federal de Uberlândia (MG), pela banca examinadora formada por:

Uberlândia, 14 de dezembro de 2020

Prof. Dr. Pablo Rogers Silva

Prof. Dr. Gleyzer Martins

Prof. Dr. Cristiane Betanho

Prof. Dra. Stella Jacyszyn Bachega

Dedico aos professores que foram totalmente parceiros para a conclusão deste trabalho, e a todos os amigos e familiares que estiveram comigo em todos os momentos fáceis e difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que sempre estiveram comigo, nos momentos bons e difíceis.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.”

Abraham Lincoln

RESUMO

As políticas públicas juntamente com suas ações e projetos tem por objetivo resolver problemas públicos que estão presentes na sociedade. Foram identificados alguns problemas públicos mais comuns nos assentamentos de reforma agrária do Brasil, como: baixa renda gerada por lote, alto custo com energia elétrica e térmica, falta de acesso à energia elétrica, evasão dos jovens do campo devido à falta de atividades geradoras de renda e a falta de acesso à assistência técnica. Estes problemas motivaram a criação e o planejamento de uma proposta de projeto vinculada a política pública do Pronaf Eco, que é uma política que financia projetos de energia limpa para a agricultura familiar. O projeto foi denominado Combo Energético Sustentável, e tem por objetivo tornar os produtores de assentamentos rurais autossuficientes na produção de energia elétrica, biogás e biofertilizante, através de duas tecnologias limpas: energia solar e biodigestor de baixa escala, ambos instalados em cada lote. O projeto foi planejado e dimensionado para o assentamento de reforma agrária Celso Lúcio Moreira da Silva na região de Uberlândia-MG, por meio de dados fornecidos por análise documental do projeto “Apoio a continuidade do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica da Universidade Federal de Uberlândia”. A metodologia de pesquisa presente neste trabalho é de cunho quantitativo e qualitativo e o resultado foi um estudo de caso sobre o planejamento da proposta do projeto através do método de elaboração de políticas públicas aliada a gestão do planejamento de projetos. O custo de aquisição e construção do biodigestor foi orçado em R\$ 3.770,66 e o custo de aquisição e instalação do sistema de energia solar foi orçado em R\$ 8.160,00, chegando a um total de R\$ 11.930,66 para a aplicação das duas tecnologias em um único lote. Foram simulados três cenários diferentes com as mesmas tecnologias. O cenário que apresentou viabilidade econômica e financeira positiva foi o cenário 1, no qual os moradores financiam as tecnologias e não há a produção de créditos de carbono. Este cenário mostrou que a aplicação do projeto no assentamento traria grandes benefícios econômicos e ambientais. Os cenários 2 e 3 foram simulados com as mesmas tecnologias e contaram com a produção de créditos de carbono, não se mostrando viáveis. O projeto apresentou uma boa direção em relação a produção limpa, contabilizando uma redução de 1.604 toneladas de carbono anuais que não seriam lançadas na atmosfera, o que engaja muito bem com as práticas dos moradores do assentamento estudado, pois os mesmos buscam o sistema de produção agroecológico.

PALAVRAS-CHAVES: Assentamento Rural, Biodigestor, Energia Solar, Política Pública

ABSTRACT

The public politics together with taken actions and projects have an objective that is to solve public matters which are present in the society. It was spotted some public problems which are more common in the settlement of the Agrarian reform from Brazil such as: low income from lot of land, high cost of the power and thermal electricity, lack of access to the electric power, young rural students escaping due to the activities which they are paid for and lack of access to technical assistance. These problems motivated the creation and the planning of a project proposal together with the public politic of Pronafeco, which is a politic that finances project of clean energy to the familiar agriculture. This project was named “Sustainable Energetic Combo” which is aimed to turn the rural settlement products self-sufficient in the electric power production, biofuel and biofertilizer through two clean technologies: solar energy and low scale biodigest, both of them installed in each lot. The project was planned and directed to the Agrarian Reform Celso Lúcio Moreira da Silva in the region of Uberlândia -MG which data was provided through documental analyse of the project “Apoio a continuidade do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica da Universidade Federal de Uberlândia”. The methodoly presented in this project is marked as quantity and quality and its result was from a case study about the planning to propose the project through the methodoly of the cycle supervision of public politics together with the supervision of the project planning. The purchasing and the biodigestor construction resulted an amount of R\$ 3,770.66 and the purchasing and installation of the solar energy system were in R\$ 8,160,00 which resulted an amount of R\$ 11,930,66 to apply the two technologies in an unique lot. It was simulated three different scenarios with the same technologies. The scenario which showed economic and financial positive viability was the scenario number one, which the residents finance the technologies and there is no production of the carbon credits. This scenario showed that the application of this project in the settlement would be valuable. The scenario 3 and 4 were simulated with the same technologies. However, there was carbon production which is not feasible. The project presented high level of sustaintability calculating a reduction of 1,604 tones of annual carbon which would not be thrown in the atmosphere, which engages very well with the practice of the residents from the settlement studied as they themselves look for the system of the agroecologic production.

KEYWORDS: Rural Settlement, Biodigester, Solar Energy, Public Policy

Lista de Ilustrações

Figuras

Figura 1 - Modelo de biodigestor indiano.....	41
Figura 2 - Biodigestor sertanejo.....	43
Figura 3 - Componentes de um sistema fotovoltaica.....	47
Figura 4 - Desenho do projeto do biodigestor.....	71
Figura 5 - Modelo proposto do sistema fotovoltaico para as casas do assentamento.....	71
Figura 6 - PERT/CPM da construção do biodigestor.....	74

Quadros

Quadro 1 - Tipos de políticas públicas.....	25
Quadro 2 - Problemas presentes nos assentamentos rurais do Brasil.....	30
Quadro 3 - Características e componentes de um biodigestor indiano.....	40
Quadro 4 - Etapas e procedimentos para o credenciamento como produtor de créditos de carbono.....	51
Quadro 5 - Metodologia de estruturação da política pública.....	57
Quadro 6 - Problemas Públicos nos assentamentos do Brasil.....	62
Quadro 7 - Problemas nos assentamentos que podem ser resolvidos direta ou indiretamente com a proposta.....	63
Quadro 8 - Partes interessadas no projeto.....	66
Quadro 9 - Estrutura analítica preliminar para ambas as tecnologias.....	68
Quadro 10 - Estrutura analítica do biodigestor.....	69
Quadro 11 - Estrutura analítica do sistema solar.....	72
Quadro 12 - Cronograma do projeto do biodigestor.....	73
Quadro 13 - Cronograma do projeto do sistema solar.....	75
Quadro 14 - Ferramentas necessárias para a instalação.....	80

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Condições do financiamento.....	38
Tabela 2 - Produção de biogás a partir de diferentes tipos de dejetos animais.....	43
Tabela 3 - Composição do biogás produzido por dejetos suínos.....	44
Tabela 4 - Concentração de nutrientes nos diferentes tipos de dejetos em 30 dias de biodigestão.....	44
Tabela 5 - Concentração de nutrientes do dejetos suíno em 40 dias de biodigestão.....	44
Tabela 6 - Concentração de nutrientes do biofertilizante bovino em 120 dias de fermentação.....	44
Tabela 7 - Falhas mais comuns em sistemas fotovoltaicos.....	50
Tabela 8 - Valores de utilização, durabilidade e manutenção.....	50
Tabela 9 - Custos de credenciamento de um projeto de créditos de carbono (transição do MDL).....	53
Tabela 10 - Variáveis quantificadas para dar suporte e justificativa para a criação do planejamento da ação de política pública proposta.....	59
Tabela 11 - Orçamento para cada biodigestor.....	78
Tabela 12 - Aquisições e custos do projeto da energia solar.....	81
Tabela 13 - Variáveis envolvidas no cálculo da receita anual gerada pelo biogás como substituição do gás de cozinha	84
Tabela 14 - Variáveis envolvidas no cálculo da receita anual gerada pelo crédito de carbono...85	85
Tabela 15 - Análise do cálculo da receita gerada pelo biofertilizante.....	86
Tabela 16 - Fluxo de caixa do cenário 1.....	88
Tabela 17 - Análise de investimento sem a produção dos créditos de carbono.....	90
Tabela 18 - Fluxo de caixa do cenário 2.....	90
Tabela 19 - Análise de investimento com a produção dos créditos de carbono, com a transição do MDL custeada pelos próprios assentados.....	91
Tabela 20 - Fluxo de caixa do cenário 3.....	91
Tabela 21 - Análise de investimento com a produção dos créditos de carbono, com a transição do MDL subsidiada pelo governo.....	93
Tabela 22 - Cálculo das variáveis envolvidas na viabilidade da energia solar do sistema.....	93
Tabela 23 - Fluxo do cenário 1 sem a produção de créditos de carbono.....	96

Tabela 24: Análise de investimento da energia solar sem a produção de créditos de carbono..	97
Tabela 25: Fluxo do cenário 2 com produção de créditos sendo totalmente custeada pelos assentados.....	97
Tabela 26: Análise de investimento da energia solar com a computação dos créditos de carbono e todos os custos custeados pelos assentados.....	98
Tabela 27: Fluxo do cenário 2 com produção de créditos com o governo subsidiando a transição do MDL e os assentados custeando os custos anuais do credenciamento.....	99
Tabela 28: Análise de investimento da energia solar com a computação dos créditos de carbono e transição do MDL subsidiada pelo governo.....	100

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
ONU	Organização das Nações Unidas
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
TIR	Taxa Interna de Retorno
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Exposição do tema	19
1.2. Apresentação do problema	21
1.3. Hipótese.....	21
1.4. Objetivos: geral e específicos	22
1.5. Justificativa para a escolha do tema	22
1.5.1. Justificativa teórica.....	23
1.5.2. Justificativa prática	23
1.5.3. Justificativa social.....	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1. Política pública e problema público: definições.....	25
2.1.1. Tipos de políticas públicas	25
2.1.2. Estruturação, elaboração e regulamentação de políticas públicas no Brasil.....	26
2.1.3. Problemas públicos e políticas públicas presentes nos assentamentos rurais do Brasil.....	30
2.1.4. A importância das políticas públicas sobre a agricultura familiar.....	34
2.1.5. Pronaf, uma política pública voltada para a agricultura familiar.....	35
2.1.5.1. Funcionamento e critérios para a utilização do Pronaf Eco.....	38
2.1.5.2. Análise do uso do Pronaf Eco no Brasil.....	39
2.2. Biodigestor de pequena escala	39
2.2.1. Definições e características	39
2.2.2. Vantagens da utilização de biodigestores	40
2.2.3. Biodigestor modelo indiano	40
2.2.4. Biodigestores indianos construídos em assentamentos rurais do Brasil	42
2.2.5. Produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos provindos da suinocultura, e bovinocultura por meio de biodigestão anaeróbica	43
2.3. Energia fotovoltaica	45
2.3.1. A importância dos sistemas fotovoltaicos em comunidades isoladas, comunidades rurais e comunidades urbanas.....	45
2.3.2. Pontos positivos e negativos do uso de energia fotovoltaica	46
2.3.3. Funcionamento de sistemas fotovoltaicos.....	47

2.3.4.	Normas e informações sobre sistemas fotovoltaicos no Brasil (Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015)	48
2.3.5.	Funcionalidade de sistemas de energia fotovoltaica	49
2.4.	Crédito de carbono	51
3.	METODOLOGIA	54
3.1.	Síntese metodológica	54
3.2.	Classificação da pesquisa	55
3.3.	Especificação dos métodos utilizados e a sequências dos métodos	56
3.3.1.	Pesquisa documental	56
3.3.2.	Método de estruturação de políticas públicas aliada a gestão do planejamento de projetos	56
4.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
4.1.	Dados coletados por análise documental do projeto de Agroecologia da Universidade Federal de Uberlândia	58
4.2.	Construção do planejamento do projeto de ação de política pública Combo Energético Sustentável	61
4.2.1.	Identificação do problema público	61
4.2.2.	Formação da agenda	63
4.2.3.	Formulação de alternativa	65
4.2.3.1.	Criação do plano de projeto	65
4.2.3.1.1.	Identificar os interessados no projeto	66
4.2.3.1.2.	Planejar o gerenciamento do escopo do projeto	67
4.2.3.1.3.	Planejar o gerenciamento do cronograma	72
4.2.3.1.4.	Planejar o gerenciamento de custos, aquisições e recursos	76
4.2.3.1.5.	Planejar o gerenciamento de qualidade, comunicações e riscos	82
4.2.3.1.6.	Planejar a integração do projeto e engajamento das partes interessadas .	82
4.2.3.1.7.	Análise de viabilidade econômica e financeira	83
4.2.3.1.8.	Análise ambiental da proposta: Redução da emissão de carbono na atmosfera	100
4.2.3.1.9.	Escolha do instrumento formal para que a proposta saia do papel futuramente	100
5.	CONCLUSÃO	101
6.	PROPOSTAS DE CONTINUIDADE DA PESQUISA	103
	REFERÊNCIAS	104

Apêndice A – Desenho Técnico do projeto do biodigestor.....	110
Apêndice B - Planejamento da qualidade, comunicação e riscos do projeto	112
Apêndice C – Cálculos Variáveis envolvidas no cálculo da receita anual gerada pelo biogás como substituição do gás de cozinha.....	121
Apêndice D – Cálculo da receita gerada pelo crédito de carbono por ano	124
Apêndice E – Cálculo da receita gerada pelo biofertilizante anualmente.....	126
Apêndice F – Histórico de reajuste anual das faturas da Cemig	127
Apêndice G – Custo por KWh das bandeiras no ano de 2019.....	127
Apêndice H – Atuação das bandeiras tarifárias sobre a fatura de energia	128
Apêndice I – Regressão linear simples para encontrar a concentração de nutrientes do biofertilizante bovino em 74,07 dias de fermentação (Nitrogênio, Potássio e Fósforo)..	129
Apêndice J – Regressão linear simples para encontrar a concentração de nutrientes do biofertilizante suíno em 74,07 dias de fermentação (Nitrogênio, Potássio e Fósforo)	131

1. INTRODUÇÃO

1.1. Exposição do tema

As políticas públicas são diretrizes para o enfrentamento de um problema público, que surgem da intenção de atores políticos em resolvê-lo, partindo de ações do Estado (Secchi, 2014). Para Dias e Matos (2012), as políticas públicas envolvem diversas áreas do conhecimento humano, dentre elas a Administração Pública, tendo a função de analisar processos decisórios governamentais.

As políticas públicas são classificadas em 4 grandes grupos: sociais, macroeconômicas, administrativas e setoriais (Dias e Matos, 2012). As políticas públicas setoriais envolvem cultura, direitos humanos, agrárias e meio ambiente, e é nesta classificação que se encontra a política pública da Reforma Agrária.

De acordo com Norder (2014), a reforma agrária é um tipo de política pública que tem o objetivo de transformar as terras consideradas improdutivas em produtivas, por meio de desapropriação ou compra do terreno. Estas terras são ofertadas para pessoas que possuem o desejo de voltar a produzir no campo e são comumente chamadas de assentamentos rurais (Norder, 2014).

Scopinho (2010), afirma que muitas políticas públicas criadas em prol da agricultura familiar e assentamentos rurais se encontram enfraquecidas e desarticuladas. O autor afirma também que é necessária uma nova abordagem para que os problemas públicos relacionados a Reforma Agrária sejam resolvidos ou amenizados.

Segundo Ferreira (2017), em uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) existem fatores que geram o insucesso da política pública da reforma agrária ligada diretamente as condições dos assentamentos rurais. Alguns dos fatores são: baixo acesso ao saneamento básico, pouco acesso à energia elétrica barata, baixo acesso a água de qualidade e o pouco acesso a solos de qualidade

Scopinho (2010), enumerou alguns fatores que impedem a boa qualidade de vida dos moradores de assentamentos rurais, como a escassez de recursos para comercializar o que se produz, escassez de recursos para produzir, falta de acesso ao crédito, raro acesso à tecnologia e acompanhamento técnico especializado, escassez de infraestrutura digna como moradia, dificuldade ao acesso à energia elétrica, dificuldade na disponibilidade de recursos hídricos, más condições das estradas, difícil acesso à educação e difícil acesso aos recursos de saúde.

Para resolver alguns dos vários problemas enfrentados nos assentamentos rurais são indicados três fatores importantes: a autogestão, a organização cooperada do trabalho e o investimento em tecnologia (Scopinho, 2010). Uma forma que poderia ser utilizada para impulsionar a renda dos produtores de assentamento rurais e resolver vários problemas nos assentamentos, seria a elaboração de políticas públicas eficientes voltadas para a construção de tecnologias limpas que garantissem a autossuficiência energética (Esperancini et al, 2007).

Para se construir ações de políticas públicas voltadas para a garantia da autossuficiência energética, é importante entender o consumo já existente das mais diversas energias no setor rural. As principais fontes energéticas utilizadas no setor rural no Brasil são o óleo diesel, a lenha e a energia elétrica. O óleo diesel representa 58% dessa utilização, a lenha 26% e a energia elétrica 15% (BRASIL, 2005).

A lenha é muito utilizada pelas famílias de assentamentos rurais, e segundo dados da OMS (Organização Mundial da Saúde), a utilização da lenha causa muitos problemas respiratórios e gera um número alto de mortes por ano. O óleo diesel possui elevado custo, é muito poluente e causa danos ao meio ambiente. Assim substituir essas fontes de energia por fontes menos poluentes e mais baratas pode ser um caminho interessante rumo ao uso eficiente dos recursos energéticos no setor rural.

Esperancini et al (2007), fizeram um estudo de viabilidade relacionado a biodigestores do modelo indiano, levando em consideração a produção de biogás, energia elétrica e biofertilizante em um assentamento rural. O estudo provou que o biodigestor é uma tecnologia viável economicamente e ecologicamente, podendo ser um projeto interessante para a formulação de projetos de políticas públicas a serem criadas e aplicadas em assentamentos rurais. A ideia da formulação de projetos de políticas públicas para a construção de biodigestores se dá devido a um considerável custo de instalação e de aquisição de materiais, pois quando se analisa tal investimento em assentamentos rurais, o custo de investimento é relativamente alto, tomando por base a renda dos assentados (Esperancini et al, 2007).

De acordo com Quadros et al (2015), existe um alto gasto de lenha e gás GLP para a cocção em algumas regiões do Brasil que praticam a agricultura familiar. Diante deste cenário foi realizado um estudo da viabilidade econômica em assentamentos rurais sobre o aproveitamento de dejetos de caprinos para a biodigestão anaeróbica em biodigestores de pequena escala que geraram dois subprodutos: gás de cozinha e biofertilizante (Quadros, 2015). O estudo mostrou que a utilização destes biodigestores na agricultura familiar é uma alternativa viável e prática, rumo a autossuficiência energética. Outra tecnologia importante para a produção limpa no setor rural é o sistema fotovoltaico.

De acordo com Bursztyn (2020), a energia solar é uma das ferramentas energéticas tecnológicas mais eficientes para se transformar em políticas públicas de autossuficiência energética em algumas regiões do Brasil. Algumas vantagens de se vincular a tecnologia fotovoltaica a políticas públicas seriam um menor investimento do governo com a construção de hidroelétricas, maior constância na produção energética se comparada a outras tecnologias pois a energia solar produz tanto em períodos de seca quanto de chuva, fixação das populações em seus locais de origem, maior autonomia produtiva dos produtores rurais e maior produção agropecuária.

Mazzone (2019), estudou a aplicação da tecnologia de produção de energia solar em comunidades isoladas na Amazônia, e esta aplicação tem se mostrado uma ferramenta interessante para a autossuficiência energética desses povos, abastecendo as necessidades das atividades de consumo e produção já existentes para a geração de renda extra.

De acordo com Rigo (2019), é possível produzir energia de forma limpa e lucrativa, e para que as sociedades sejam ecologicamente corretas, é de suma importância que o foco da produção e consumo de energia elétrica do presente e futuro sejam direcionados a produção com menor taxa de poluição possível. O biodigestor e a energia solar são considerados tecnologias de geração de energia limpa.

Diante desta contextualização, este trabalho se empenhou no planejamento de uma proposta de projeto vinculada a política pública do Pronaf Eco. O projeto é voltado para a autossuficiência energética por meio de biodigestores e energia solar em assentamentos rurais, e tem o intuito de sanar alguns problemas recorrentes nestas organizações.

1.2. Apresentação do problema

O problema de pesquisa aqui retratado está centrado na seguinte questão: seria possível impulsionar a autossuficiência energética, a produção limpa e o aumento da renda dos moradores do assentamento rural Celso Lúcio Moreira Da Silva localizado no município de Uberlândia – MG, através de uma proposta de projeto vinculada a política pública do Pronaf Eco chamado Combo Energético Sustentável? Para responder tal problemática se faz necessário estruturar um planejamento complexo e detalhado da proposta desta nova ação, e avaliar a viabilidade econômica e ambiental da proposta.

1.3. Hipótese

Pelo trabalho desempenhado nesta pesquisa acredita-se que a hipótese a ser alcançada é que a energia solar e os biodigestores instalados nos assentamentos rurais podem trazer ganhos econômicos, sociais e ambientais muito relevantes ao assentamento estudado. Quadros (2010), comprovou que o biodigestor é uma tecnologia viável em assentamentos rurais e Mazzone (2019), acredita no potencial da energia solar como uma tecnologia de autossuficiência energética em comunidades isoladas.

1.4. Objetivos: geral e específicos

O objetivo geral desta pesquisa é realizar o planejamento de uma proposta de projeto vinculada a política pública do Pronaf Eco denominado Combo Energético Sustentável, através da metodologia de construção de políticas públicas integrada a uma metodologia de planejamento de projetos, com o intuito de que seja planejada no assentamento rural chamado Celso Lúcio Moreira Da Silva. As metas deste projeto, após todas as análises, é impulsionar a renda e a sustentabilidade produtiva dos produtores mais atuantes do assentamento.

O projeto envolve a combinação de duas tecnologias sustentáveis para a simulação da aplicação no assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva: a energia solar e biodigestor de pequena escala em cada lote do assentamento. Estas tecnologias buscam gerar autossuficiência em energia elétrica, em gás de cozinha, em biofertilizante e se possível tornar os assentados produtores de crédito de carbono.

Como forma de alcançar o objetivo geral, propõe-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar os dados dos 30 moradores do assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva que são mais atuantes e que estão registrados no projeto “Apoio a continuidade do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica da Universidade Federal de Uberlândia”, para que a proposta seja planejada em cima destes dados.
- Planejamento e análise de viabilidade econômica, financeira e ambiental da proposta do Combo Energético Sustentável com o uso de um financiamento Pronaf Eco acessível aos produtores;
- Concluir o projeto em todas as etapas e deixa-lo pronto para que assentados possam apresentar a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) e conseguir o financiamento Pronaf Eco.

1.5. Justificativa para a escolha do tema

Nesta seção são abordadas as justificativas: teórica, prática e social da pesquisa. A análise destas três justificativas mostram a importância desse trabalho ser realizado.

1.5.1. Justificativa teórica

Este trabalho se encaixa muito bem na linha de pesquisa do programa de mestrado no qual o pesquisador está envolvido. A pesquisa envolve a temática da gestão de pública de forma, além de associar práticas de gestão econômica e financeira dentro da temática pública. O projeto final é também um produto tecnológico solicitado pelo programa de mestrado.

Esta pesquisa é resultado parcial do projeto “Apoio a continuidade do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica da Universidade Federal de Uberlândia”, financiado pelo CTIC/MAPA/MEC/SEAD coordenado pela Professora Doutora Cristiane Betanho. Este projeto trabalha com a transição agroecologia em assentamentos rurais buscando potencializar a produção de forma sustentável.

1.5.2. Justificativa prática

Pelo uso do método do Estudo de Caso para a formulação do projeto do Combo Energético Sustentável, a pesquisa buscou um trabalho de potencial de aplicação tecnológica prática, em um modelo proposto para diminuir algumas problemáticas dentro dos assentamentos de Reforma Agrária.

1.5.3. Justificativa social

Nesta seção são abordadas 4 justificativas sociais para a criação do Combo Energético Sustentável. A justificativa geral para a criação desta ação está centrada nas dificuldades que os produtores rurais de assentamentos enfrentam para conseguirem sobreviver e produzir de forma digna, eficiente, ecologicamente correta, lucrativa e saudável.

A primeira justificativa, de acordo com Scopinho (2010), é que o Estado tem tido dificuldades em implementar de forma correta as políticas públicas em assentamentos rurais, as propostas estão minimizando a problemática da pobreza, porém não tem minimizado as desigualdades sociais. Ao se institucionalizar um assentamento rural, o dono do lote passa a ser um ilusório produtor autônomo, e a falta de acompanhamento do Estado gera outras problemáticas sociais.

O projeto aqui proposto visa o acompanhamento técnico permanente ao assentamento através de empresas particulares especializadas nas tecnologias, para que projeto não fique

refém do acompanhamento do Estado. Outra proposta é que durante a construção do projeto haja um treinamento bem estruturado para os assentados sobre construção e manutenção das tecnologias empregadas. Estes fatores possivelmente podem evitar o colapso do projeto e evitaria o surgimento de outros problemas públicos.

A segunda justificativa, de acordo com Costa e Ralish (2013), seria a saída dos jovens sucessores no campo, que pode ocasionar uma crise de viabilidade socioeconômica nos assentamentos rurais. A grande parte dos jovens sucessores dos lotes de assentamentos rurais possuem o interesse de continuar na lida do campo, mas a baixa renda proporcionada pela propriedade e a falta de uma renda própria delimitada ao jovem estão fazendo com que os sucessores recorram ao mercado de trabalho nos centros urbanos, em busca de novas oportunidades. (Costa e Ralish, 2013)

O projeto proposto nesta pesquisa visa impulsionar a renda dos assentados por meio da diminuição dos custos energéticos envolvidos na produção, o que gera uma necessidade maior de mão de obra e trabalho e cria novos horizontes para expandir a produção e aumentar a lucratividade. Espera-se com estes possíveis resultados uma maior fixação dos jovens nos lotes dos assentamentos.

A terceira justificativa seria o aumento do custo de energia. De acordo com a Cemig (2020), está ocorrendo uma elevação dos custos de energia. Esse aumento tem atingido fortemente o setor rural, que embora seja um setor que tenha um menor custo por kWh comparado ao setor urbano, depende muito do uso energético para produzir e para o consumo doméstico (Esperancini et al, 2007).

Esta pesquisa propõe que cada lote produza sua própria energia elétrica através de um sistema fotovoltaico individualizado. E de acordo com os estudos feitos na análise de viabilidade deste trabalho, pode-se perceber que quanto mais cara a energia, mais viável é o sistema de produção solar próprio. Desta forma os produtores de assentamentos não ficariam mais reféns dos aumentos de preço do setor energético.

A quarta justificativa está centrada na segurança alimentar brasileira. A segurança alimentar do Brasil está muito ligada a produtividade dos assentamentos rurais (BRASIL, 2006). Vale ressaltar que a segurança alimentar de um país é um dos fatores mais importantes com que o Estado deve lidar. No Brasil, grande parte da segurança alimentar provém da agricultura familiar que está fortemente ligada aos assentamentos rurais, e este tipo de produção agropecuária é o maior responsável pelo fornecimento de alimentos destinados ao consumo do mercado interno. Assim sendo, criar projetos de política pública eficientes para que essa

atividade seja estruturada e lucrativa, gera ganhos para todos os setores da nação brasileira (BRASIL, 2006).

Contudo, a criação de um projeto de ação de política pública voltado para a autossuficiência energética por meio de tecnologias limpas em assentamento rurais poderia ser um caminho de sucesso para o incremento de renda, melhoria na qualidade de vida dos moradores, diminuir a saída dos jovens do campo e garantir a segurança alimentar nacional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Política pública e problema público: definições

De acordo com Secchi (2014), política pública é uma proposta criada para atuar sobre um problema público, e tem por componente dois elementos essenciais: resposta a um problema público e intencionalidade pública. Para Dias e Matos (2012), política pública pode ser entendida como atitudes do governo ou por outra entidade, e que tem o objetivo de estabelecer igualdade nas relações sociais, gerando oportunidades para todos obterem uma melhor qualidade de vida equacionáveis a dignidade humana.

Problema público é a diferença entre a situação atual e uma situação ideal possível para a realidade pública (Secchi, 2014). Mas um problema só se torna público de fato, quando tem implicações para uma quantidade considerável de pessoas e quando as situações sociais são inadequadas e geram problemas relevantes para a coletividade (Secchi, 2014).

2.1.1. Tipos de políticas públicas

Para melhor compreensão do tema políticas públicas, Dias e Matos (2012), fizeram uma classificação específica, sobre as possíveis áreas de atuação destas políticas. O Quadro 1 apresenta a classificação dos tipos de políticas públicas.

Quadro 1: Tipos de políticas públicas

Tipos de política pública	Definição
Política social	Envolve: previdência social, educação, saúde e habitação
Política macroeconômica	Envolve: Cambial, monetária, industrial e fiscal
Política administrativa	Envolve: descentralização, participação social, democracia
Política específica ou setorial	Envolve: cultura, direitos humanos,

	agrária, meio ambiente
--	------------------------

Fonte: Adaptado de Dias e Matos (2012)

De acordo com Dias e Matos (2012), as políticas públicas também podem ser categorizadas devido ao seu alcance em ações. Estas categorias recebem o nome de focalizadas e universalistas. As focalizadas são aquelas que destinam esforços para um grupo específico ou para alguma condição específica, a pobreza e risco definem os envolvidos neste tipo de política, como exemplo tem-se o Bolsa Família e programa de alfabetização de adultos. As políticas públicas universalistas destinam seus esforços a todos da sociedade, como exemplos tem-se: políticas de saúde e de educação.

O projeto do Combo Energético Sustentável, está sendo simulado como um complemento da política Pública do Pronaf Eco, para tanto ele pode ser considerado uma ação de política pública. Classificando essa ação pode se dizer que ela é setorial pois envolve o setor agrário, e possui impacto focalizado pois destinam os esforços para um grupo específico que apresenta algum tipo de problema público. No caso deste projeto o foco está em resolver alguns problemas que famílias do assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva presenciam e estão envolvidas.

Para que o Combo Energético Sustentável seja elaborado é necessário entender o ciclo de elaboração de políticas públicas, entender as razões da criação do projeto, entender cada uma das componentes tecnológicas e entender os critérios de funcionamento do programa Pronaf, mais especificamente o Pronaf Eco.

2.1.2. Estruturação, elaboração e regulamentação de políticas públicas no Brasil

A discussão sobre políticas públicas tem se mostrado de fundamental importância para o estabelecimento de uma sociedade mais igualitária, que visa a resolução de problemas. Deste modo, além da compreensão sobre o que é uma política pública é importante compreender também como ela funciona, como são criadas, entre outras coisas.

De acordo com Frey (2000), as etapas básicas de uma política públicas são: formulação, implementação e avaliação, ou o que ele chama de controle dos impactos das políticas.

Secchi (2010) destaca que o processo de elaboração de políticas públicas consiste em criar um esquema que possibilite a visualização e interpretação de uma política pública em fases sequenciais e que se relacionam entre si. Desta maneira, para compreender melhor este esquema, ele é distribuído em (7) processos que delimitam cada ação a ser tomada e como tais ações contribuem para a implementação de uma política pública. Essas etapas são: identificação do problema, formação de uma agenda, formulação de alternativas, tomada de decisões,

implementação da política pública, avaliação das políticas públicas e extinção da política pública

A etapa de identificação do problema pode ser dividida em três (3): i) a percepção do problema, ii) a delimitação deste e iii) avaliação da possibilidade de resolução do problema Sjöblom (1984, p. 65-70).

- i) A percepção do problema público é um conceito subjetivo, visto que o que pode ser considerado problema para uns pode não ser considerado problema para outros. Assim, a situação só adquire *status* de problema quando ela passa a afetar vários indivíduos.
- ii) Já a delimitação do problema público parte da necessidade de encontrar as suas causas, possíveis soluções, os principais obstáculos para a sua resolução e avaliar como ele poderá ser resolvido.
- iii) A avaliação sobre a possibilidade de resolução do problema consiste em buscar soluções, almejando sempre resolver a situação em sua totalidade, embora nem sempre seja possível. Quando um problema público não pode ser resolvido totalmente buscam-se soluções que o diminuam, até que sejam estudadas novas estratégias para a sua resolução.

A segunda etapa do esquema de elaboração de uma política pública consiste em formar uma agenda, ou seja, definir quais são os principais problemas a serem combatidos, observando a relevância dos problemas, fazendo o reconhecimento dessas problemáticas e definindo quais questões serão tratadas. Entretanto, conseqüentemente alguns problemas serão colocados em segundo plano, conforme apontam Bittencourt e Oliveira (2018),

a definição e formação de agenda dizem respeito ao estudo sobre como certas dinâmicas sociais ou situações passam a ser vistas em um determinado momento sob o estatuto de problemas públicos e, conseqüentemente, a estar sob a atenção de governos para elaborar e desenvolver intervenções específicas. (BITTENCOURT e OLIVEIRA, 2018, p. 125)

A terceira etapa diz respeito à definição de alternativas e é nesse momento que se traça metas e objetivos para a implantação da política pública. Pode-se traçar objetivos mais ou menos expansivos. É também neste momento que se criam programas, ações, medidas, entre outros com o objetivo de alcançar as metas traçadas. Lopes et al (2008) apontam que

com o objetivo de facilitar a formulação de propostas, o responsável pela elaboração da Política Pública deve se unir com os atores envolvidos no contexto (área ou setor) onde ela irá ser implantada e pedir a eles uma proposta sobre qual seria a melhor forma de se proceder e, em caso de inviabilidade desta, qual seria a melhor alternativa. Assim, a autoridade terá em suas mãos uma série de opiniões que servirão como uma fonte de ideias, as quais poderão

apontar o caminho desejado por cada segmento social, auxiliando na escolha e contribuindo para com a legitimidade da mesma. (LOPES et al, 2008, p. 12-13)

A quarta etapa trata da tomada de decisões e se refere ao momento em que escolhe as ações e/ou intervenções que serão feitas nos problemas escolhidos na etapa de formulação da agenda. Secchi (2010, p.40) aponta três (3) maneiras para compreender a dinâmica de escolha de alternativas para solucionar problemas públicos:

- a) Quando o problema já foi estudado e a tomada de decisões será baseada com estudos precedentes, visto que os objetivos já estão definidos e a decisão será tomada com base em fatores como custos, rapidez, sustentabilidade, equidade, entre outros fatores.
- b) Quando as soluções vão se ajustando ao problema, ou seja, não existem fatores anteriores que podem auxiliar na tomada de decisões. O problema, os objetivos e a procura de soluções ocorrem praticamente ao mesmo tempo;
- c) Quando os atores têm as soluções e buscam os problemas que se ajustam a elas. Geralmente quem detêm as soluções procuram gerar holofotes para o que eles consideram como uma potencial política pública.

A tomada de decisões é baseada em modelos, que variam desde modelos que demonstram perspectivas concretas até modelos que adaptam as soluções aos problemas progressivamente.

A quinta etapa se refere a implementação da política pública, fase na qual todas as intencionalidades, planejamentos e regras se convertem em ações efetivas de implantação. Wu et al (2014, p. 96) explicam que essa é uma das etapas mais complexas, visto que os problemas das políticas ou quaisquer vulnerabilidades ficarão visíveis nessa etapa.

O processo de implementação de políticas públicas é dinâmico e não linear (Wu et al, 2014, p. 97), pois combina todos os esforços das etapas anteriores e a ação de diversos atores para que a implementação abarque os objetivos que foram desenhados até chegar neste processo.

O processo de implementação de uma política pública envolve vários participantes, que devem trabalhar em conjunto, uma vez que todos são fundamentais para o sucesso da implementação, conforme aponta Secchi (2010).

É no momento da implementação que funções administrativas, como liderança e coordenação de ações, são postas à prova. Os atores encarregados de liderar o processo de implementação devem ser capazes de entender elementos motivacionais dos atores envolvidos, os obstáculos técnicos e legais presentes, as deficiências organizativas, os conflitos potenciais, além de

agir diretamente em negociações, construção de coordenação entre implementadores e cooperação por parte de destinatários. A fase de implementação é aquela em que a administração pública reveste-se de sua função precípua, a de transformar intenções políticas em ações concretas. Também nessa fase entram em cena outros atores políticos não estatais: fornecedores, prestadores de serviço, parceiros, além de grupos de interesse e dos destinatários da ação pública. (SECCHI, 2010, p. 46)

A sexta etapa diz respeito a avaliação das políticas públicas, que consiste em avaliar, através dos atores sociais e estatais como é o funcionamento de uma política pública na prática, observando o nível de redução do problema público que originou a constituição da política.

A avaliação é baseada em critérios que servem como base para escolhas ou julgamentos, conforme aponta Secchi (2010, p.50):

- Economicidade: refere-se ao nível de utilização de recursos;
- Eficiência econômica: trata da relação entre os recursos utilizados e a produtividade;
- Eficiência administrativa: trata do nível de execução de métodos que foram estabelecidos anteriormente;
- Eficácia: compreende o nível de metas ou objetivos preestabelecidos;
- Equidade: trata da homogeneidade de distribuição de benefícios ou punições entre os destinatários de uma política pública.

Através da avaliação das políticas públicas é possível continua-la, visto que seus benefícios são superiores aos problemas enfrentados; é possível reformulá-la, levando em consideração que as adversidades existentes ainda são possíveis de ser solucionadas ou em último caso, extingui-la, considerando que ou o problema público foi definitivamente resolvido ou que seus problemas de implementação são tantos que se torna inviável manter a política pública.

A última etapa desse complexo sistema diz respeito a extinção de uma política pública, quando é possível perceber que o problema público foi resolvido; ou quando os programas, leis e ações não demonstram eficácia para a resolução do problema ou ainda quando o problema além de não ser resolvido perdeu a sua importância e deixou de integrar as agendas políticas e midiáticas.

Entretanto, é observado que extinguir uma política pública pode ser um processo trabalhoso e ineficiente, visto a quantidade de atores e instituições envolvidas em sua criação, implementação e avaliação. Muitas políticas ganham certa autonomia quando o problema público é solucionado e passam a integrar o imaginário político e social, fazendo com que se mantenham em atividade por um longo período de tempo.

Para o planejamento do Combo Energético sustentável é importante entender o processo de criação das políticas públicas e seus ciclos, além de entender quais são as principais problemáticas e políticas atuantes nos assentamentos de reforma agrária.

2.1.3. Problemas públicos e políticas públicas presentes nos assentamentos rurais do Brasil

Albuquerque; Coelho; Vasconcelos (2004), afirmam que os objetivos da política pública da reforma agrária em criar assentamentos rurais são: fornecer a possibilidade dos assentados produzirem para a subsistência e comercialização e integra-los às comunidades vizinhas. No entanto, o cenário tem sido um pouco diferente, estes autores estudaram um assentamento rural e perceberam uma alta dependência financeira dos assentados em relação ao Estado e um alto teor de preconceito vindo da parte dos vizinhos em relação aos moradores do assentamento.

Para Belik (2014), a pobreza rural tem origem nas diferentes condições de acesso aos fatores de melhoria de produção e a sua baixa capacidade de transformar a realidade, o que se traduz em baixa produtividade, rendimentos reduzidos e aumento do ciclo de pobreza. O foco das políticas públicas voltadas para o setor rural deve ser o de resolver a desigualdade intensa que existe entre os produtores brasileiros (Belik, 2014, p. 27). O Quadro 2 apresenta alguns problemas presentes nos assentamentos rurais do Brasil.

Quadro 2: Problemas presentes nos assentamentos rurais do Brasil

Problema	Consequências
Problemas Econômicos	Consequências destes problemas
Dificuldade na comercialização dos produtos (Ferreira, 2017).	Muitas vezes os produtores conseguem produzir, mas encontram dificuldades e barreiras para vender, principalmente devido à alta burocratização para escoar a produção.
Falta de financiamento da produção (Ferreira, 2017).	Dificuldade de conseguir capital para financiamento em suas propriedades, pois muitas vezes os produtores não conseguem construir um projeto, falta assistência e a burocracia é alta.
Baixa renda produzida por lote (Scopinho, 2010).	A falta de aplicação de tecnologia e gestão rural para a elevação da renda, tem gerado problemas sociais nos assentamentos rurais, e até mesmo o êxodo rural, principalmente dos jovens sucessores das famílias.

<p>A integração subordinada dos assentamentos estaduais: do endividamento à perda de controle sobre a terra (Ferreira, 2017).</p>	<p>As péssimas condições econômicas e estruturais, a ausência da ação do Estado e a falta de qualidade de vida nos assentamentos rurais fizeram e fazem com que políticos e dominadores das <i>commodities</i> de cana de açúcar integrem essas plantações dentro do território dos assentamentos</p>
<p>O financiamento ao setor agrícola versus financiamento das políticas agrárias: a reforma agrária como uma “pequena política (Ferreira, 2017).</p>	<p>O direcionamento de recursos de financiamento tem sido muito maior para as esferas do agronegócio do que destinado a reforma agrária.</p>
<p>Saída dos jovens sucessores do campo para os grandes centros urbanos (Costa & Ralish, 2013)</p>	<p>Falta de geração de renda para toda a família faz com que os jovens sucessores sigam em direção a vida nos centros urbanos, e quase sempre encontram dificuldades de se enquadrar dentro de um mercado de trabalho cada vez mais concorrido. A saída desses jovens pode gerar uma crise socioeconômica nos assentamentos de reforma agrária e o aumento da concorrência pelo emprego nos centros urbanos.</p>
<p>Problemas de poder atuante</p>	<p>Consequências destes problemas</p>
<p>Os ruralistas e a sua inserção no interior do bloco no poder (Ferreira, 2017).</p>	<p>Com alta representatividade no congresso e outras esferas de poder, os ruralistas vêm impondo questões e ações contrárias a legitimidade e valores da reforma agrária.</p>
<p>A expansão do modelo agrícola tradicional por meio do investimento na produção de cana: hegemonia e contra-hegemonia na disputa pelo controle do território (Ferreira, 2017).</p>	<p>Existe uma disputa política e econômica entre a expansão da produção de cana de açúcar e a constituição de assentamentos rurais por parte dos recursos do governo. Observa-se uma expansão muito grande da produção de cana na região de Araçatuba – SP, é nesta região que se concentra o maior número de assentamentos do estado São Paulo. Os canaviais tem tomado o lugar de outras</p>

	atividades da terra, como por exemplo a agricultura familiar.
O cerco aos assentamentos (Ferreira, 2017).	Os canaviais estão se aproximando e cercando os assentamentos rurais do estado de São Paulo. A proximidade gera conflitos locais e disputas de recursos.
A tendência a concentração fundiária (Ferreira, 2017).	A expansão do agronegócio e da produção de <i>commodities</i> , principalmente da cana de açúcar tem aumentado muito o preço das terras, sobretudo as localizadas próximas aos centros urbanos nas regiões Sul e Sudeste. Vale ressaltar que estas regiões possuem muitos assentamentos rurais. Outra consequência é a especulação imobiliária, que está causando medo nos assentados de serem expulsos de suas terras.
O processo de burocratização da política de reforma agrária e suas consequências (Ferreira, 2017).	Os processos que envolvem a reforma agrária têm se burocratizado cada vez mais, dificultando a formação de novos assentamentos, aquisição de novas terras e a manutenção dos que já existem.
Criminalização dos movimentos sociais e utilização da máquina do Estado para deslegitimar a reforma agrária (Ferreira, 2017).	Os movimentos sociais ligados a reforma agrária têm perdido cada vez mais seu espaço na mídia e na agenda do governo. E quando esses movimentos são narrados pela mídia, normalmente são interpretados parcialmente, quase sempre desvalorizando os objetivos reais.
Problemas de gestão	Consequências destes problemas
Falta de programas de extensão rural (Ferreira, 2017).	Falta projetos de extensão no campo orientando os assentados a produzirem de forma eficiente, e a falta da presença de pesquisas dentro dos assentamentos.
Falta de assistência técnica (Scopinho, 2010).	Faz com que os produtores não tenham eficiência produtiva, por não terem o conhecimento de métodos de melhoria

	de produção e acesso a determinadas tecnologias.
O Estado deve ser o agente gerenciador dos assentamentos (Ferreira, 2017).	Alguns assentamentos não conseguem se organizar de forma autônoma, e preferem a regência permanente do Estado.
Problemas de acesso a itens básicos de produção	Consequências destes problemas
Acesso à energia elétrica (Ferreira, 2017).	Muitos assentamentos ainda não dispõem do uso de energia elétrica, e muitos dos que já dispõem relatam constantes quedas e falta de constância no fornecimento.
Acesso ao saneamento Básico (Ferreira, 2017).	Uma porcentagem muito baixa dos assentamentos rurais possuem saneamento básico.
Acesso à água de qualidade (Ferreira, 2017).	Existe um certo nível de precariedade no acesso a água, tanto para consumo quanto para a produção, isto tem gerado conflitos dentro dos assentamentos.
Acesso ao solo de qualidade (Ferreira, 2017).	Muitos assentamentos são formados em áreas de extrema degradação, gerando problemas para a produção eficiente. Alguns programas de correção do solo já foram criados, porém sem muito sucesso.
Aumento do custo de energia elétrica CEMIG (2020).	Percebe-se um aumento considerável no custo da energia elétrica no setor rural, acarretando muito no aumento do custo de produção, visto que o setor rural usufrui muito deste tipo de energia.
Falta de acesso a programas de qualidade na saúde (Scopinho, 2010).	As políticas públicas voltadas para a saúde dos assentados se encontram desarticuladas e enfraquecidas resultando em uma população rural doente.
Alto gasto de lenha e gás GLP (Quadros et al, 2015),	O uso de lenha para cocção gera um alto e desgastante tempo de trabalho no processo de cortar, transportar, acender

	e limpar os utensílios, além problemas respiratórios devido a inalação de fumaça. Nos assentamentos muitos optam por utilizar a lenha devido ao elevado custo do gás GPL
--	--

Fonte: Adaptado de Ferreira (2017), Scopinho (2010), Costa & Ralish (2013), CEMIG (2020) e Quadros et al (2015)

Albuquerque; Coelho; Vasconcelos (2004), entendem que existe uma grande necessidade de mais pessoas e trabalhos que estudem os processos que tramitam no campo da reforma agrária, para que esta política seja melhorada, gerando ações que forneçam a este setor a qualidade de vida e a fixação das famílias no campo.

2.1.4. A importância das políticas públicas sobre a agricultura familiar

A estrutura de produção agrícola brasileira se divide em duas partes: a produção agrícola voltada para a exportação e a produção agrícola familiar focada na produção de alimentos, organizada em pequenos lotes. No Brasil, a agricultura familiar é responsável por 70% dos produtos que abastecem o mercado interno, e esses alimentos geram a segurança alimentar nacional. (Ferreira, 2017).

De acordo com Berchin, (2018), um dos principais desafios e metas dos países em desenvolvimento no século XXI é a garantia da segurança alimentar, e neste contexto o Brasil vem aplicando estratégias e construindo políticas públicas para esta garantia, concentrando esforços na agricultura familiar. A aliança entre agricultura familiar e a agricultura de larga escala é essencial para a segurança alimentar mundial e brasileira (Berchin, 2018)

Berchin, (2018), afirma que o Brasil propiciou uma integração de esforços para a redução da miséria e o crescimento da segurança alimentar, esta integração envolveu tanto a ajuda financeira e alimentar direta, quanto a prática do crescimento econômico impulsionando a agricultura familiar. A reforma agrária é uma estratégia que luta por direitos diante da concentração fundiária, e é um modelo de criação de sistema de agricultura familiar focada no aumento da segurança alimentar e melhoria da qualidade de vida de uma parcela da população. (Ferreira, 2017)

Quando o governo incentiva e investe na agricultura familiar muitos benefícios são gerados, pois além de se garantir a segurança alimentar nacional, gera maior respeito ao meio ambiente, além de outros benefícios como: aumento da qualidade de vida das famílias, diminuição da pobreza, condições de produção mais estruturadas, gera ganho extra e a diminuição da dependência das famílias com o Estado. (Berchin, 2018).

É importante ressaltar que devido aos fatos da história do setor rural brasileiro, já houve um grande avanço com a valorização da agricultura familiar, mas é necessário melhorar mais o modelo agrícola do Brasil. (Belik, 2014). Uma das políticas públicas criadas pelo governo brasileiro para a garantia da segurança alimentar foi o Pronaf. Esta política visa o financiamento da produção familiar rural, com o intuito de potencializar o sistema produtivo dos pequenos produtores (BNDES, 2020).

2.1.5. Pronaf, uma política pública voltada para a agricultura familiar

Esta seção do trabalho foi extraída em grande parte do site do BNDES no ano de 2020, no qual se encontram as normas e procedimentos para que os produtores familiares tenham acesso ao financiamento Pronaf em suas diferentes formas de atuação.

De acordo com Anjos et al (2004), o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) é uma política pública que surgiu no ano de 1995 e foi um marco histórico no processo de atuação do Estado no ambiente rural brasileiro. De acordo com BNDES (2020), hoje o Pronaf tem o objetivo de disponibilizar recursos de financiamento para pagamento de investimentos que são direcionados a melhoramento dos processos produtivos no setor rural, objetivando a melhoria na prática da agricultura familiar.

De acordo com o BNDES (2020), as categorias de produtores rurais que possuem o direito de acessar o Pronaf são:

- a) Agricultores familiares;
- b) Pescadores artesanais (desde que autônomos);
- c) Aquicultores que exploram área de até 2 hectares de lâmina d'água ou, então, um tanque-rede de até 500 metros cúbicos;
- d) Maricultores;
- e) Silvicultores que promovam o manejo sustentável de florestas nativas ou exóticas;
- f) Extrativistas (exceto garimpeiros e fiscoadores);
- g) Quilombolas;
- h) Indígenas;
- i) Assentados da reforma agrária;
- j) Beneficiários do Programa Nacional de Crédito Fundiário.

De acordo com o BNDES (2020), além de se enquadrar nas categorias o produtor deve atender alguns requisitos mínimos como:

- a) Morar próximo a propriedade rural caso não consiga morar efetivamente no local. É preferível que o produtor more no local da propriedade declarada no programa;
- b) A propriedade deve ser produtiva, ou seja, o produtor deve explorar a terra. Essa exploração pode ser feita pelo produtor das seguintes maneiras: posseiro, proprietário, concessionário do Programa Nacional de Reforma Agrária ou arrendatário;
- c) O trabalho que o sustenta e o mantém deve ser a agricultura familiar;
- d) Pelo menos metade da renda da família deve vir da atividade do campo
- e) O limite de renda geral Bruta da produção nos 12 meses anteriores ao financiamento não pode ultrapassar trezentos e sessenta mil reais
- f) Possuir, no máximo, quatro módulos fiscais para os fins da produção agrícola ou então seis módulos fiscais para os fins da produção pecuária;
- g) É permitido ao produtor terceirizar a mão de obra somente quando há uma demanda grande de trabalho na propriedade, ou seja, quando há sazonalidade no trabalho. Empregados fixos são permitidos desde que não ultrapassem o número dos membros da família

Os produtores podem investir os recursos do Pronaf em diversas aplicações de atividades rurais como:

- a) Compra de máquinas agrícolas, colheitadeiras, tratores e animais;
- b) Implantação de sistemas de irrigação e de armazenagem;
- c) Adequação e correção do solo;
- d) Recuperação de pastagens;
- e) Projetos de melhoria genética;
- f) Tecnologia e modernização da estrutura de produção;
- g) Aquisição de insumos;
- h) Produção de mudas e sementes;
- i) Promoção de ração e vacinas para os animais;
- j) Integralizar as cotas-partes em cooperativas de produção;
- k) Tecnologias limpas.

Se enquadrando nos requisitos citados, o produtor deve iniciar sua solicitação do Pronaf se cadastrando e preenchendo a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP). Essa declaração não apresenta custos e pode ser adquirida pelo sindicato dos trabalhadores rurais ou pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater).

Para que tenha andamento no financiamento, o agricultor junto à família precisa contatar à Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) da sua cidade para construir o Projeto Técnico para o programa. A Ater possui equipes de assessores de crédito e técnicos, que mostram aos produtores e suas famílias quais atividades que geram renda e possuem potencial de garantir a segurança alimentar.

Para os produtores que são integrantes da reforma agrária ou participantes do crédito fundiário, é necessário contatar a Unidade Técnica Estadual ou o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Com o nome limpo o produtor deve encaminhar todos os documentos para o agente financeiro: Banco da Amazônia, Banco do Brasil ou o Banco do Nordeste. Desta maneira o produtor já terá disponível o recurso que foi solicitado e pode começar o desenvolvimento real do projeto. De acordo com o BNDES (2020) o Pronaf apresenta alguns subprogramas:

- a) Pronaf Agroindústria: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas e jurídicas, e as cooperativas para investimento em beneficiamento, armazenagem, processamento e comercialização agrícola, extrativista, artesanal e de produtos florestais; e para apoio à exploração de turismo rural.
- b) Pronaf Mulher: financiamento à mulher agricultora integrante de unidade familiar de produção enquadrada no Pronaf, independentemente do estado civil.
- c) Pronaf Agroecologia: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas, para investimento em sistemas de produção agroecológicos ou orgânicos, incluindo-se os custos relativos à implantação e manutenção do empreendimento.
- d) Pronaf Eco (Bioeconomia): financiamento a agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas, para investimento na utilização de tecnologias de energia renovável, tecnologias ambientais, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos hidroenergéticos, silvicultura e adoção de práticas conservacionistas e de correção da acidez e fertilidade do solo, visando sua recuperação e melhoramento da capacidade produtiva.
- e) Pronaf Mais Alimentos: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas, para investimento em sua estrutura de produção e serviços, visando ao aumento de produtividade e à elevação da renda da família.
- f) Pronaf Jovem: financiamento a agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas, para investimento nas atividades de produção, desde que beneficiários sejam maiores de 16 anos e menores de 29 anos entre outros requisitos.

- g) Pronaf Microcrédito (Grupo "B"): financiamento a agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas, que tenham obtido renda bruta familiar de até R\$ 20 mil, nos 12 meses de produção normal que antecederam a solicitação da Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP)
- h) Pronaf Cotas-Partes: financiamento para integralização de cotas-partes por beneficiários do Pronaf associados a cooperativas de produção rural; e aplicação pela cooperativa em capital de giro, custeio, investimento ou saneamento financeiro.

O Pronaf Eco também conhecido como Pronaf Bioeconomia, é um subprograma do Pronaf no qual se enquadra perfeitamente o projeto do Combo Energético Sustentável. Por isso, discutir um pouco sobre a linha Eco do Pronaf em relação a sua estrutura, funcionamento e atuação no cenário atual é de suma importância para esta pesquisa.

2.1.5.1. Funcionamento e critérios para a utilização do Pronaf Eco

De acordo com BNDES (2020), o Pronaf Eco é um programa de financiamento que busca atender a produção familiar, com o foco em projetos que envolvem: armazenamento hídrico, construção de sistemas que produzam energias renováveis, tecnologias ambientais, adoção de práticas de conservação e correção do solo, etc. A participação do BNDES no financiamento pode ser de até 100%.

Dentre algumas opções de financiamento, o Pronaf Eco trabalha com uma taxa de juros prefixada de 3% ao ano, e pode cobrir investimentos que envolvem o uso de energia solar, uso de biomassa, mecanismos que substituem o uso de combustíveis fósseis por renováveis em equipamentos rurais, energia eólica, pequenas usinas de biocombustíveis, tratamento de dejetos, etc (BNDES, 2020). Para as atividades de produção de energias renováveis, tratamento de dejetos e produção de biocombustíveis existem os seguintes termos conforme descritos da Tabela 1.

Tabela 1: Condições do financiamento

Termo	Funcionamento do termo
Dimensão do financiamento	Até 100%
Valor do financiamento	Até R\$ 165 mil
Prazo máximo de financiamento	10 anos
Prazo máximo de carência	5 anos
Quantidade de financiamento	Pode-se contratar até dois consecutivos

por unidade familiar financiamentos. Sendo que é necessário ter pago pelo menos três parcelas do primeiro financiamento, apresentar laudo técnico que prove a regularidade do projeto financiado e capacidade de quitação.

Fonte: Adaptado de BNDES (2020)

2.1.5.2. Análise do uso do Pronaf Eco no Brasil

De acordo Sambuiche e Oliveira (2011), o Pronaf Eco é umas das linhas de financiamento mais recentes do programa Pronaf, e já contribuiu com um valor de 40,3 milhões de reais em um total de 3.026 contratos, durante a período das três safras (2007-2008 a 2009-2010).

Wojciechowski (2014), afirma que o investimento feito pelos programas Pronaf Eco e Pronaf Agroecologia aliados ao BNDES, revelaram resultados satisfatórios, pois motivam as atividades econômicas do setor rural de forma viável, aliando a consciência da questão socioambiental. Esses investimentos estão sendo direcionados aos agricultores brasileiros, fortalecendo a agricultura familiar e buscando garantir a segurança alimentar do Brasil.

Diante de toda a análise feita sobre teorias e obras que falam de políticas públicas e problemas públicos, com suas ausências e presenças nos assentamentos rurais no Brasil, é de relevância analisar propostas para impulsionar a Reforma Agrária Brasileira, buscar em um estudo fundamentado a opção de se melhorar a qualidade de vida dos agricultores familiares. São muitos os problemas, mas também são muitas as soluções passíveis de sucesso. Visto esse cenário o biodigestor e a energia solar mostram ser tecnologias interessantes para a aplicação real em assentamentos rurais.

2.2. Biodigestor de pequena escala

2.2.1. Definições e características

O digestor, biodigestor ou biorreator pode ser caracterizado como uma câmara fechada que realiza fermentação (Santos et al, 2016). O processo ocorre ao se depositar alguma fonte de biomassa misturada com água no interior da câmara, então esse material é sujeito a digestão anaeróbica feita por bactérias, produzindo dois subprodutos finais: biogás e biofertilizante. (Santos et al, 2016).

O Biodigestor gera apenas dois subprodutos, porém, pode gerar três possíveis receitas, e estas três receitas são: biogás para uso de energia térmica ou elétrica, a queima do biogás para gerar créditos de carbono e o biofertilizante utilizado como adubo orgânico (Quadros et al, 2015). Gallia et al (2015), afirmam que resíduos provindos de esgoto ou resíduos orgânicos também podem ser transformados, através de digestores anaeróbicos de baixa tecnologia, em biogás.

2.2.2. Vantagens da utilização de biodigestores

A biodigestão de matéria orgânica feita a partir de biodigestores, que gera o subproduto biogás, é caracterizada como um mecanismo viável para a solução dos problemas que contornam o destino de resíduos orgânicos produzidos no setor rural, pois transforma os dejetos dos animais, que muitas das vezes são vistos como inúteis, em fonte de energia rentável, limpa e renovável. (Silva et al, 2015).

Gallia et al (2015), fizeram um estudo em alguns países africanos e puderam concluir que a utilização de biodigestores de pequena escala tanto no meio urbano, quanto no meio rural, geram fatores muito positivos no contexto ambiental, socioeconômico e sanitário, levando essas localidades ao desenvolvimento sustentável. Este autor afirma também que a utilização de biodigestores evita a dispersão de gases poluentes no meio ambiente, diminui a proliferação de doenças infecciosas e gera uma fonte de combustível sustentável que pode substituir a utilização de lenha, diminuindo também o desmatamento.

Santos et al (2016), realizaram um estudo sobre a construção de biodigestores caseiros em pequenas propriedades rurais de produtores de suínos no estado de Alagoas, e chegaram à conclusão de que esta tecnologia gera sustentabilidade devido a destinação correta dos resíduos da atividade, reduz os custos mensais pela própria produção do biogás e gera o biofertilizante, um excelente adubo orgânico que pode ser utilizado em plantações e culturas.

2.2.3. Biodigestor modelo indiano

Existem biodigestores de diversos modelos, e um modelo que vem sendo amplamente utilizado no meio rural é o biodigestor do modelo indiano (De Luca e Van, 2012). O quadro 3 apresenta algumas características do biodigestor de modelo indiano.

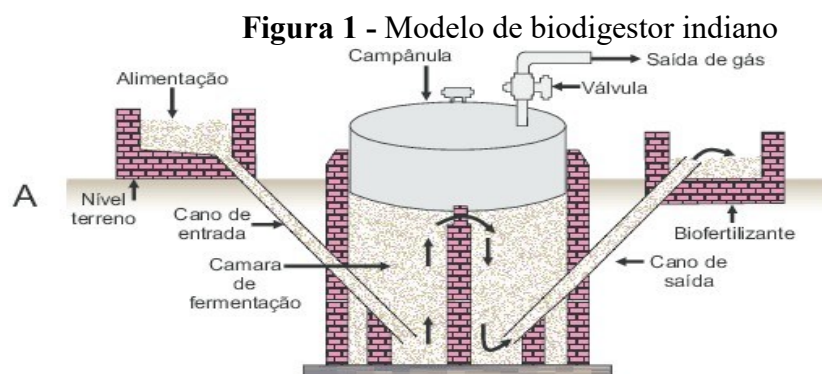
Quadro 3 – Características e componentes de um biodigestor indiano

Característica	Descrição
Câmpula como gasômetro	Para a composição do biodigestor indiano é necessário acoplar uma câmpula. Esta câmpula pode estar

	mergulhada sobre a biomassa em fermentação, ou também pode estar em um selo d'água externo.
Pressão de operação constante	Quando o gás produzido não é consumido, o gasômetro se movimenta para cima aumentando o volume interno.
Parede central	Esta estrutura reparte o tanque de fermentação em duas câmaras. Sua função é fazer com o que o material depositado se movimente por todo o espaço da câmara de fermentação.
Gasômetro disposto	Diminui as perdas durante o processo de produção de gás.
Resíduos para alimentação	A concentração sólida total deve ser de 8% para evitar entupimentos.
Abastecimento contínuo	O abastecimento de dejetos deve ser de preferência diário, para garantir a produção diária de biogás.
Construção	É de fácil construção e o gasômetro de composição metálica encarece um pouco o sistema. Deve ser construído perto da residência.

Fonte: De Luca e Van (2012)

Uma ilustração bem detalhada da estrutura, do formato e das componentes de um modelo de biodigestor indiano, pode ser observada na figura 1.



Fonte: <https://emasjr.com.br/entenda-como-funciona-e-qual-tipo-de-biodigestor-e-o-mais-adequado/>.

De acordo com Deganutti et al (2002), existem duas desvantagens no uso do biodigestor indiano: a primeira diz respeito a um componente que encarece este modelo, que é o gasômetro de metal que possui um custo alto se comparado aos outros equipamentos, a segunda é que,

caso a propriedade que queira construir este modelo esteja longe dos centros comerciais dos insumos, pode tornar o projeto inviável devido ao valor de frete.

2.2.4. Biodigestores indianos construídos em assentamentos rurais do Brasil

Esperancini et al (2007), apresentaram um modelo de biodigestor indiano capaz de abastecer 5 famílias em um assentamento rural do estado de São Paulo, provando a eficiência econômica desta tecnologia por meio da análise da substituição do gás de cozinha e energia elétrica por sistemas a base de biogás produzido por biodigestores. O custo deste modelo de biodigestor foi por volta de R\$ 4000,00.

Mattos e Farias (2011), desenvolveram um projeto denominado Manual do biodigestor sertanejo, que serve como guia para entender e construir um biodigestor do modelo indiano adaptado às necessidades de famílias com baixo poder aquisitivo do setor rural da região nordeste do Brasil, sendo conhecido popularmente como biodigestor sertanejo, pois tem atendido a necessidade do povo do sertão brasileiro.

Este projeto é implementado através de recursos do governo, recursos do *Global Environment Facility* e recursos do Fundo Internacional para o Desenvolvimento da Agricultura, e consiste em levar o desenvolvimento sustentável, humano, econômico, social e tecnológico as comunidades isoladas e assentamentos de reforma agrária do Nordeste. O modelo desenvolvido neste projeto atende apenas a uma família de produtores rurais (Mattos e Farias, 2011).

O biodigestor sertanejo apresentou um custo por volta de R\$ 1800,00 no de 2011, e tem se mostrado uma alternativa extremamente viável e sustentável para as famílias do Nordeste (Mattos e Farias, 2011). A aplicação real do biodigestor sertanejo pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 – Biodigestor sertanejo

Fonte: Mattos e Farias (2011)

O projeto proposto por Mattos e Farias (2011) é denominado Dom Helder Câmara e atua diretamente com mais de 15.000 famílias num total de 337 comunidades em seis estados do Nordeste brasileiro, e várias destas já possuem o biodigestor como tecnologia fundamental para uma melhor qualidade de vida. O projeto tem sido um sucesso.

2.2.5. Produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos provindos da suinocultura, e bovinocultura por meio de biodigestão anaeróbica

De acordo Santos (1991), para a compreensão e análise da produtividade de biofertilizante e biogás provindos de biodigestão anaeróbica, é importante entender suas propriedades físicas e químicas. Esta seção traz um apanhado de várias destas propriedades que são muito utilizadas para a análise econômica e produtiva de biodigestores.

A tabela 2 apresenta a produção de biogás em cada tipo de dejetos: suínos e bovinos. Cada tipo animal produz uma quantidade específica média de dejetos, e cada tipo de dejetos de cada animal produz uma certa quantidade de biogás. É muito importante diferenciar estas características.

Tabela 2: Produção de biogás a partir de diferentes tipos de dejetos animais

Tipo de animal (peso vivo)	Kg esterco/Animal/dia	m ³ biogás/animal/dia
Bovino (500 kg)	10–15	0,36
Suíno (90 kg)	2,3–2,8	0,24

Fonte: Adaptado de Oliveira (1993) apud *National Academy of Sciences* (1977)

O biogás é uma composição de outros gases. O gás de maior volume na composição é o metano, que tem alto poder calorífico sendo utilizado como combustível. Percebe-se também a alta presença de gás carbônico que não apresenta poder calórico, sendo assim quando se fala em poder calorífico do biogás pode-se considerar apenas os 60% de metano na mistura como

fonte de calor (MARCHAIM, 1992). A Tabela 3 apresenta as concentrações dos gases de um biogás produzido por dejetos suínos.

Tabela 3: Composição do biogás produzido por dejetos suínos

Gases	Volume (%)
CH ₄	60,0
CO ₂	33,2
H ₂	1,0
N ₂	0,5
CO	0,1
O ₂	0,1
H ₂ S	0,1
Biogás	100%

Fonte: Adaptado de Marchaim (1992).

O biofertilizante é outro subproduto gerado pelo biodigestor e sua composição está ligada diretamente ao tipo de dejetos que está sendo utilizado e também ao tempo de biodigestão. A Tabela 4 apresenta a concentração de Nitrogênio, Fósforo e Potássio dos diferentes tipos de biofertilizantes com 30 dias de biodigestão.

Tabela 4: Concentração de nutrientes nos diferentes tipos de dejetos em 30 dias de biodigestão

Tipo de nutriente	Bovino	Suíno
Nitrogênio	0,28 g/L	1,774 g/L
Fósforo	0,8 g/L	0,164 g/L
Potássio	0,8 g/L	1,092 g/L

Fonte: Adaptado de Marrocos et al (2012) e Sedyama et al (2014)

De acordo Santos (1991), o tempo de fermentação dos dejetos altera sua composição química. A Tabela 5 apresenta a composição do Biofertilizante proveniente de dejetos suínos com o tempo de fermentação de 40 dias.

Tabela 5: Concentração de nutrientes do dejetos suíno em 40 dias de biodigestão

Tipo de nutriente	Suíno
Nitrogênio	4,54 g/L
Fósforo	3,55 g/L
Potássio	1,26 g/L

Fonte: Adaptado de Tedesco et al. (1995)

Barbosa (2019), estudou a composição do biofertilizante bovino após 120 dias de fermentação anaeróbica. A Tabela 6, apresenta as composições deste biofertilizante.

Tabela 6: Concentração de nutrientes do biofertilizante bovino em 120 dias de fermentação

Tipo de nutriente	Composição (g/L)
Nitrogênio	0,72
Fósforo	0,18
Potássio	1,31

Fonte: Adaptado de Barbosa (2019)

De acordo com Barbosa (2019), entender a composição química do biofertilizante em seus diferentes tipos, períodos de biodigestão e condições ambientais é de suma importância para qualquer análise relacionada a produtividade de biodigestores.

2.3. Energia fotovoltaica

2.3.1. A importância dos sistemas fotovoltaicos em comunidades isoladas, comunidades rurais e comunidades urbanas.

Segundo Rigo (2019), a energia solar é uma importante variedade de energia renovável, e pode ser uma das chaves para a mudança do uso de energias não renováveis para energias renováveis a nível mundial. O autor afirma também que mesmo que os consumidores do Brasil tenham o interesse em adquirir sistemas fotovoltaicos, a comercialização deste modelo de produção de energia ainda tem se mostrado um desafio para o setor, pois a taxa de conversão de vendas em 2018 foi de apenas 6,88%.

Segundo Kosioski e Santorio (2000), os países da América do Sul têm aumentado a sua produção de alimentos desde da década de 90, em oposição a situação dos países europeus. Os países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento tem a necessidade de aumentar sua produção de alimentos devido ao aumento populacional e do consumo. Nestas condições, duas formas de crescimento produtivo são verificadas: aumento das áreas produtivas através de desmatamento, ou aumento produtivo através da produção intensiva que gera grande elevação de consumo energético. (Kosioski e Santorio, 2000)

Segundo Kosioski e Santorio (2000), no Brasil a grande parte de produtos provindo da agropecuária são derivados de sistemas intensivos, e estes sistemas dependem muito de fontes de energia provindas da combustão do petróleo, gerando muita poluição. Assim sendo, utilizar novas fontes energéticas limpas é extremamente importante para um futuro mais sustentável, e a energia fotovoltaica é uma delas. Aliando novas formas de consumo e de produção de energia limpa pode-se postergar o colapso energético ambiental nos próximos anos. (Kosioski e Santorio, 2000).

De acordo com Mazzone (2019), em 2011 foi lançado o programa Energia Sustentável para Todos, e desde esse período as formas de produção de energia renováveis independentes da rede de distribuição têm chamado muito a atenção e atraído o interesse de comunidades rurais e também isoladas. As comunidades isoladas são aquelas que estão desconectadas e distantes da rede de distribuição das grandes unidades produtoras de energia. De acordo com Mazzone (2019), a opção de produção independente tem sido vista como uma forma de

diminuição da pobreza e melhoria das condições de vida dessas comunidades dos países emergentes.

Rigo (2019), relata também que para que as comunidades sejam consideradas sustentáveis, é essencial uma forma de produção mais limpa de energia, e uma das saídas para a sustentabilidade em produção energética no Brasil é a geração fotovoltaica em pequena escala. De acordo com o autor existem fatores positivos e negativos em relação ao aumento da produção de energia fotovoltaica no território brasileiro.

A situação do Brasil com relação ao uso e produção do fator energético no meio agropecuário é frágil e insustentável, devendo ser reavaliada em um pequeno espaço de tempo, focando na criação ou reparo de políticas públicas e também no fortalecimento de pesquisas voltadas a área energética rural. (Kosioski e Santorio, 2000).

De acordo com Alvarenga, Ferreira e Fortes (2014), o sistema solar pode ser muito indicado para atender as necessidades energéticas no setor rural, especificamente no que se relaciona a agricultura familiar que utiliza a tecnologia da irrigação como meio de alavancar a produção. Este sistema além de viável e prático, possui impacto ambiental mínimo. Os autores estudaram a viabilidade da proposta em uma fazenda de agricultores familiares e os resultados foram considerados positivos com relação ao uso desta tecnologia

Silva et al (2016), fizeram um estudo de viabilidade econômica sobre o uso da energia solar no setor rural do sertão da Paraíba. Eles compararam o valor econômico gerado pela energia solar produzida, com os gastos que os moradores tinham com a energia da concessionária. O estudo provou que é mais viável possuir um sistema de energia solar do que ser dependente do uso de energia fornecida pela concessionária, além de expandir o potencial energético da região.

De acordo com Borges e Carvalho (2006), o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios) foi um grande programa do governo brasileiro que tinha o objetivo de implementar sistemas produtores de energia solar no nordeste brasileiro, no entanto, muitos projetos fracassaram devido à falta de supervisão, falta de acompanhamento técnico e o mau funcionamento dos sistemas. Portanto, para uma boa gestão do funcionamento dos sistemas fotovoltaicos é necessária supervisão técnica contínua, principalmente em regiões mais pobres e sem muita estrutura.

2.3.2. Pontos positivos e negativos do uso de energia fotovoltaica

Os pontos positivos que impulsionam este tipo de energia limpa no Brasil são: altos níveis de irradiação solar no país, bom engajamento entre produtor de energia solar com a

matriz energética brasileira que são em maioria hidroelétricas, o crescente aumento de empresas que fazem a venda e instalação deste tipo de energia, a prática de isenção do imposto para a produção colocada na rede e as grandes reservas de silício e quartzo (Rigo, 2019).

Os pontos negativos que impedem a impulsão da produção da energia solar no Brasil são: o baixo nível de produção dos módulos fotovoltaicos, dificuldades de financiamento, alto custo dos sistemas e da logística, além da lentidão deste último item e a falta de incentivo do poder público. (Rigo, 2019)

Rigo (2019), afirma também que apesar dos pontos negativos, os pontos positivos são sobressalentes, tornando o desenvolvimento da energia solar favorável em território brasileiro, e para isso, são necessárias políticas públicas para o incentivo. Apesar do crescimento nos últimos anos, do total de energia elétrica consumida no Brasil, apenas 0,3% são providas de energia solar.

2.3.3. Funcionamento de sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos convertem a luz irradiada pelo sol em energia elétrica devido ao contato com um semicondutor feito à base de silício (EPE, 2012). Este condutor gera corrente contínua, que através de um inversor converte em corrente alternada, e por meio de cabos, liga a energia elétrica produzida à rede (EPE, 2012). As principais componentes de um sistema de geração de energia fotovoltaica podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3 – Componentes de um sistema fotovoltaica



Fonte: EPE (2012)

Dois fatores que podem influenciar na eficiência da transformação da luz em energia elétrica são: luz solar que incide sobre a célula e a temperatura ambiente de operação. (EPE, 2012).

2.3.4. Normas e informações sobre sistemas fotovoltaicos no Brasil (Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015)

Esta seção foi elaborada baseada exclusivamente pela Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015, que é a norma vinculada ao sistema de produção de energia fotovoltaica no Brasil. A partir do ano de 2015 foi atualizada a resolução normativa sobre energia fotovoltaica de 2012, gerando a Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015, na qual o próprio consumidor de energia elétrica do Brasil é autorizado a produzir a própria energia por meio de sistemas fotovoltaicos. A Agência Nacional de Energia Elétrica do Brasil está estimulando a população brasileira a este tipo de produção devido aos seguintes fatores: diminuir os gastos com a expansão de fontes de energia elétrica do governo, produzir energia que gere baixo impacto ambiental, diminuir o peso da demanda das redes de distribuição, diminuir perdas e variar as fontes de produção energética no Brasil.

A resolução normativa citada classifica duas maneiras de produção da própria energia fotovoltaica com relação ao volume de produção, são elas: microgeradores e minigeradores. Os microgeradores de energia fotovoltaica são os sistemas que produzem até 75kW, enquanto os minigeradores são os sistemas que produzem acima de 75 kW e até 5MW, esses geradores de energia focam na produção para o consumo de casa, empresa ou propriedade rural.

A dimensão do sistema microgerador de energia fotovoltaica deve ser projetado de acordo com o consumo do investidor, podendo ser consumida no local instalado e também em outros pontos de consumo que estão no nome do titular. Existem dois grupos de consumo de energia classificados, que são: A (comercio e indústria) e o B (consumidores atendidos em baixa tensão). O grupo B deve ficar atento ao custo ou valor de disponibilidade que é pago quando a geração de energia for igual ou maior que o consumo da rede. O grupo A deve ficar atento com o custo ou valor de demanda contratada.

Alguns fatores são essenciais para uma boa instalação do sistema: avaliar as boas condições físicas do local, local sem sombreamento, especificar o tipo e modelo dos módulos fotovoltaicos, especificar o tipo e modelo do inversor, analisar a maneira que os módulos fotovoltaicos devem ser interligados, a melhor posição para maximizar a produção energética, qual a melhor estrutura para a fixação dos módulos e analisar se a estrutura de suporte comporta o peso colocado.

Durante o dia o sistema produz e consome, caso produza mais que o consumo, o excedente é armazenado na rede e consumido no período noturno. Essa energia armazenada na rede é chamada de crédito e é expressa em kWh. Para os produtores de energia fotovoltaica existe o custo de disponibilidade, que é uma taxa mínima de energia que deve ser ofertada a rede. Dependendo do estado, o consumidor/ produtor de energia pode receber a incidência do ICMS sobre o que consome de energia da rede ou sobre toda a energia gerada.

Existem diferentes tarifas por kWh durante o dia e o valor também depende da bandeira atuante no período. Durante o dia, quando se produz energia excedente fora do horário de pico, e se consome essa energia no horário de pico, existe uma escala de transformação de 100% dos créditos para 60%. Portanto se o produtor/consumidor produzir um excedente de 1000 kWh durante o horário fora de pico, para consumir no horário de pico esse valor passa para 600 kWh.

É de suma importância que o investidor analise bem a empresa que irá instalar o sistema e solicitar a distribuidora que atua na área de instalação, a conexão do seu sistema fotovoltaico a rede. Alguns documentos necessários para a solicitação a distribuidora: certificado de conformidade do(s) inversor(es) ou número de registro da concessão do Inmetro, lista de unidades consumidores participantes do sistema de compensação e a ART do responsável técnico pelo projeto elétrico e pela instalação do sistema de microgeração. Após a aprovação da nova ligação do sistema a rede é gerado o sistema de compensação de energia, em que o proprietário do sistema fotovoltaico tem de assinar o documento com o nome de Relacionamento Operacional.

A distribuidora de energia tem alguns deveres como: arcar com os custos para a instalação e funcionamento do aparelho de medição de consumo e produção de energia, manutenção do aparelho de medição com seus devidos custos e enviar a fatura detalhada para o produtor/consumidor.

2.3.5. Funcionalidade de sistemas de energia fotovoltaica

Para fazer análises de viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos é importante ter conhecimento de como esses sistemas se comportam e quais variáveis são importantes conhecer para uma boa previsão do comportamento do sistema (EPE, 2012).

A Tabela 7 mostra as falhas mais comuns em sistemas fotovoltaicos. De acordo com a Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015 é importante que o proprietário ou gerente da planta nunca deixe de comunicar a distribuidora responsável pelo seu setor sobre as intervenções que

irão ser feitas no sistema de geração.

Tabela 7: Falhas mais comuns em sistemas fotovoltaicos.

Falhas comuns em plantas fotovoltaicas
Defeitos na conexão e cabeamento
Falhas nos módulos (delaminação, juntas de solda, entrada de umidade, módulos, polaridade reversa, pontos quentes)
Isolamento e falhas de aterramento
Defeitos nos dispositivos de proteção
Paradas e falhas do inversor (defeitos de hardware, diminuição da eficiência, alto nível de harmônicos)

Fonte: Puche *et al* (2016).

De acordo com a Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015 boas práticas em sistemas fotovoltaicos são aconselhadas para que o sistema opere de forma eficaz e tenha uma boa vida útil: a empresa contratada para a instalação deve utilizar equipamentos que possuem selo do Inmetro, verificar se o equipamento adquirido está operando de forma eficaz, caso contrário o proprietário ou gerente deve acionar a garantia, monitorar a produção de energia via inversor para verificar e corrigir possíveis falhas, realizar inspeção visual regularmente para verificar a sujeira e insetos nos equipamentos, ficar atento a possíveis sombreamentos sobre o sistema e realizar limpeza dos módulos fotovoltaicos com detergente neutro e espuma.

Valores importantes de utilização, durabilidade e manutenção podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8: Valores de utilização, durabilidade e manutenção

Fator	Frequência
Taxa de degradação anual (eficiência)	1%
Vida útil média dos painéis	25 anos
Custo de manutenção anual	0,5% sobre o valor do investimento do sistema
Vida útil média do inversor	10 a 15 anos
Garantia de segurança dos módulos	25 anos

Fonte: Pinto, Amaral e Janissek (2016) e Holdermann, Kissel e Beigel (2014)

Tanto a energia solar quanto o biodigestor são tecnologias limpas que possuem o potencial de gerar créditos de carbono, portanto entender sobre como funciona o mercado de carbono

aplicado a estas tecnologias também é um fator importante para os possíveis investidores destes sistemas.

2.4. Crédito de carbono

De acordo com Bonfante (2010), o surgimento das máquinas sob o contexto da revolução industrial impulsionou as ações humanas visando atender ao crescente consumo e geraram consequências negativas no meio ambiente por conta do aumento da emissão de gases do efeito estufa na atmosfera. Devido a estes fatores foi criado o Protocolo de Quioto no ano de 1997, que no Brasil, visa estabelecer o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Este mecanismo envolve diversos tipos de ações ecologicamente corretas, dentre elas a produção de energia solar proveniente da tecnologia fotovoltaica e o tratamento de dejetos de animais por meio de biodigestores, resultando na queima do biogás gerado para algum fim energético, o que gera uma menor carga de poluição no meio ambiente.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo autoriza que os países desenvolvidos impulsionem projetos de redução de emissão de gases do efeito estufa, ou até mesmo reduções destas emissões em países que estão na fase de desenvolvimento (Bonfante, 2010). Este mecanismo envolve atividades como: tarefas que racionalizam o uso de energia, reflorestar áreas, levantar uma nova floresta e utilizar energia renovável no lugar de energia fóssil.

Para que o processo de participação no mercado de carbono seja efetivado, o produtor de créditos deve ser credenciado pelos requisitos exigidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), e algumas etapas são fundamentais para que a certificação de redução de emissão seja concretizada (Carvalho, Nolasco e Antunes, 2006), este processo é um processo de certificação e é conhecido como Transição do MDL. As etapas e procedimentos para o credenciamento como produtor de créditos de carbono (também chamadas de transição do MDL) pode ser observada no Quadro 4.

Quadro 4: Etapas e procedimentos para o credenciamento como produtor de créditos de carbono

Etapa	Funcionamento da etapa
Criar um projeto de redução de emissão de carbono.	A instituição deve criar um projeto detalhado sobre como o projeto vigente contribuirá para a diminuição da emissão de carbono.

Contratar uma Instituição credenciada para validar o projeto.	Esta instituição tem a tarefa de avaliar todos os documentos do projeto criado, verificando se todos os requisitos estabelecidos pelos órgãos reguladores foram cumpridos.
Caso a instituição credenciada identifique uma nova metodologia no projeto criado	Esta metodologia nova deve ser levada ao Conselho Executivo da ONU e se aprovada, o projeto caminha em direção ao credenciamento e esta nova metodologia será utilizada como modelo para avaliar projetos semelhantes no futuro.
Caso a metodologia não seja aprovada pelo Conselho Executivo da ONU ou pela instituição credenciada	O projeto deve ser revisto, corrigindo as falhas para que entre em conformidade com os objetivos das normas propostas.
Quando o projeto for considerado válido	A instituição credenciada deve solicitar um registro ao conselho Executivo entregando a documentação do projeto e um relatório que confirma a validação.
Verificação constante feita pela instituição credenciada	Análises constantes por um determinado período para a comprovação da redução de emissão de gases do efeito estufa devem ser feitas.
Prazo de entrega do registro	Oito semanas.
Com o registro em mãos, o produtor pode comercializar os créditos de carbono	O projeto pode ser anexado, via internet, sem custos na Bolsa de Mercadorias e Futuro do Rio de Janeiro; Os créditos também podem ser vendidos por meio de outras Bolsas de Valores, como Chicago Climate Exchange (CCX),

chamada de bolsa voluntária de Chicago ou European Climate Exchange (ECX), Bolsa da Comunidade;

Os créditos também podem ser vendidos de forma direta para empresas.

Revisões periódicas do projeto

A instituição credenciada deve acompanhar permanentemente o projeto para verificar o nível de produção de créditos.

Fonte: Adaptado de (CEBDS, 2006) apud Carvalho, Nolasco e Antunes (2006)

De acordo com Carvalho, Nolasco e Antunes (2006), os custos para o credenciamento devem ser considerados importantes no momento em que se deseja montar um projeto de produção de créditos de carbono e estes custos são: construção do projeto, custos com a ONU e custos com a verificação. Um exemplo de custos de credenciamento de um projeto de créditos de carbono para a utilização do biogás como fonte de energia elétrica no ano de 2005, podem ser observados na Tabela 9. O projeto foi dimensionado para uma granja de suínos com uma produção de biogás de 84,6 m³ de biogás por dia.

Tabela 9: Custos de credenciamento de um projeto de créditos de carbono (transição do MDL)

Descrição	Valor R\$	Porcentagem sobre o custo total
Validação	R\$ 29.100,00	50%
ONU	R\$ 14.550,00	25%
Verificação	R\$ 14.550,00	25%
Total	R\$ 58.200,00	100%

Fonte: Adaptado de Carvalho, Nolasco e Antunes (2006) apud (CEBDS, 2006)

Bonfante (2006), fez uma análise da implementação de projetos de produtores de crédito de carbono aplicado à produção de energia a partir do tratamento dejetos de suínos. A autora realizou testes em projetos com diferentes números de animais, e chegou à conclusão que os custos de credenciamento são os mesmo para qualquer dimensão do tamanho do sistema produtivo, e este custo girou em torno de R\$ 184.000,00 para a produção de biogás de 500 suínos na etapa de terminação.

De acordo com Silva (2011), existem custos altos relacionados as etapas de transação dos projetos de MDL, este processo de transação leva em média de 6 a 18 meses para serem concluídos com o custo médio total de aproximadamente 115 mil dólares.

3. METODOLOGIA

Marconi e Lakatos (2003), definem método científico como um aglomerado de procedimentos sistemáticos e racionais que, atribuindo maior segurança e economia, permitem alcançar o objetivo proposto, determinando o direcionamento a ser seguido, observando erros e ajudando na tomada de decisão.

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), o uso de métodos científicos, não é de utilização inteiramente exclusiva da ciência, no entanto, não existe ciência que exclua o usufruir de métodos científicos. Segundo Gil (2008), o que faz um conhecimento ser classificado como científico é o método atribuído que possibilita sua verificação, e pode ser definido como o conjunto de etapas e procedimentos intelectuais e técnicos que foram utilizados pelo cientista para se chegar ao conhecimento.

Com relação a definição de pesquisa, Gil (2008, p.45), afirma que “pode-se definir pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.”

O objetivo desta seção é apresentar e discorrer sobre as formas metodológicas que a pesquisa utilizou para que o planejamento de uma proposta de projeto denominado Combo Energético Sustentável, vinculado a política pública do Pronaf Eco, fosse estruturado e analisada para sua possível aplicação prática e eficiente em assentamentos rurais. Para tanto, nesta seção é observada um resumo da metodologia de pesquisa empregada e a sequência de tarefas feitas.

3.1. Síntese metodológica

Primeira etapa: Estudo bibliográfico detalhado sobre as principais temáticas envolvidas no desenvolvimento desta pesquisa

Segunda etapa: Análise documental do projeto “Apoio a continuidade do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica da Universidade Federal de Uberlândia”, sobre os principais custos de produção e subsistência de 30 moradores do assentamento rural Celso Lúcio Moreira Da Silva que estão mais envolvidos com a cooperativa, questões agroecológicas e com o assentamento em geral.

Terceira etapa: foi feita a estruturação do planejamento do projeto através de uma aliança da abordagem de elaboração de políticas públicas proposta por Sechi (2010), com a abordagem de planejamento de projetos proposta pelo GUIA PMBOK (2017). Com os

resultados foi possível chegar à análise econômica, financeira e ambiental da proposta, e também concluir o projeto para ser entregue a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) para aprovação do financiamento junto ao Pronaf Eco

3.2. Classificação da pesquisa

Com relação ao objetivo esta pesquisa é classificada como descritiva. De acordo com Gil (2008), a pesquisa descritiva tem como meta a descrição ou caracterização de uma população, acontecimentos, ou até mesmo a descrição da relação entre variáveis.

Com relação a abordagem esta pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa. De acordo com Flick (2013), na pesquisa quantitativa a sequência da pesquisa é feita de forma linear, um passo seguindo o outro. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a análise quantitativa de pesquisa está enraizada no pensamento lógico e prioriza o raciocínio dedutivo, as regras lógicas e atributos mensuráveis na experiência e contexto da vida humana. Os autores apontam que este tipo de pesquisa tem por meta a aplicação prática do estudo, buscando resolver problemas, integrando verdades e os interesses de determinada localidade e pessoas. Na pesquisa qualitativa o pesquisador é o sujeito e o objeto da sua pesquisa. O desenvolvimento da pesquisa não é previsível e o conhecimento do pesquisador é limitado e parcial, este tipo de pesquisa tem o objetivo de buscar informações aprofundadas e ilustrativas, e entender o porquê das coisas (Deslauriers, 1991).

Com relação ao método de pesquisa, esta pesquisa é classificada como Estudo de Caso. De acordo com Yin (1994), o estudo de caso pode ser utilizado para pesquisas quantitativas e qualitativas, e este método estuda acontecimentos contemporâneos dentro do contexto. O autor afirma também que o estudo de caso tem início com a definição do problema de pesquisa a ser estudado e com o desenvolvimento do caso do plano de estudo.

Para a análise dos dados primordiais que impulsionaram a criação do projeto foi utilizada a pesquisa documental. De acordo com Gil (2008), a pesquisa documental utiliza materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, e que ainda podem ser reelaborados de acordo com as metas da pesquisa, e o primeiro passo deste tipo de pesquisa é a exploração das fontes documentais.

3.3. Especificação dos métodos utilizados e a sequencias dos métodos

Após a elaboração do referencial teórico, a metodologia de pesquisa foi estruturada em duas partes para se chegar ao resultado final: pesquisa documental e estruturação do planejamento do projeto de ação de política pública.

3.3.1. Pesquisa documental

Para a análise documental desta pesquisa foi utilizado o banco de dados do projeto “Apoio a continuidade do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica da Universidade Federal de Uberlândia”, no qual os dados foram coletados pelo próprio autor deste trabalho no mês de fevereiro do ano de 2020. Esse projeto tem documentado um banco de dados das 30 famílias mais envolvidas nas atividades do assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva em Uberlândia – MG, as famílias foram selecionadas pelo líder do assentamento. Esse banco de dados fornece informações individuais das famílias como: gasto com gás de cozinha, lotes com terra degradada, famílias que utilizam a lenha para cocção, diversidade de produção de animais dentro dos lotes e a renda total de cada família.

Os dados analisados para este estudo foram quantificados por meio de média aritmética simples. Estes dados foram fundamentais para o planejamento do projeto proposto nesta pesquisa.

3.3.2. Método de estruturação de políticas públicas aliada a gestão do planejamento de projetos

Como base para o planejamento da proposta, o trabalho utilizou a aliança entre duas abordagens: a abordagem estipulada por Secchi (2010) sobre a elaboração de políticas públicas e a abordagem de planejamento de projetos estipulada pelo PMBOK (2017). O Combo Energético Sustentável é uma proposta relacionada ao Pronaf Eco, portanto este projeto possui uma finalidade pública, logo utilizar uma abordagem de elaboração de políticas públicas como a estipulada por Secchi (2010) é muito coerente.

De acordo com Secchi (2010), existem 7 etapas para a elaboração de políticas públicas, são elas ordenadamente: identificação do problema, formação da agenda, formulação de alternativas, tomada de decisão, implementação, avaliação e extinção. Como o intuito desta

pesquisa é o de planejar e prever a eficiência ou não do projeto Combo Energético Sustentável, apenas as 3 primeiras etapas propostas por Secchi (2010), foram utilizadas neste trabalho. Estas etapas estão mais direcionadas ao planejamento de políticas públicas.

Importante ressaltar que a aliança da abordagem de elaboração de políticas públicas proposta por Secchi (2010) com a abordagem de planejamento de projetos atribuída pelo PMBOK (2017), foi realizada na etapa de formulação da alternativa (terceira etapa), pois nesta etapa faz-se necessário a construção do planejamento efetivo da proposta. No Quadro 5, pode-se observar o detalhamento e passo a passo da metodologia para se chegar à construção do planejamento da proposta.

Quadro 5: Abordagem de estruturação da política pública.

Etapa	Componente
Identificação do problema	Quando é identificado um problema que precisa ser trabalhado; Transformar uma situação social num problema; Despertar nas autoridades necessidade de propor algo para enfrentar a questão.
Formação da agenda	Conjunto de problemas que o Estado resolve tratar; Pode ter a forma de uma simples lista de assuntos que devem ser resolvidos; Analisar os problemas prioritários; Deve-se adotar uma ideia política definida para tratar as questões; Os problemas devem ter atenção: os participantes devem entender que a situação merece intervenção; Os problemas devem apresentar resolubilidade: deve haver possibilidade de resolução; O problema deve ser de ordem pública;

Formulação da alternativa	<p>Esta etapa envolve a análise e os estudos dos fatores econômicos, sociais, políticos e jurídicos. É a fase em que os valores, princípios e leis estão sob avaliação dos agentes públicos (SECCHI, 2010);</p> <p>Para este trabalho, nesta etapa ocorre a aliança das metodologias, e as seguintes etapas de planejamento do PMBOK (2017) podem ser observadas:</p> <p>Criação do plano de projeto;</p> <p>Identificar os interessados do projeto;</p> <p>Planejar e gerenciamento do escopo do projeto;</p> <p>Planejar o gerenciamento do cronograma;</p> <p>Planejar o gerenciamento de custos, recursos e aquisições;</p> <p>Planejar o gerenciamento de qualidade;</p> <p>Planejar o gerenciamento das comunicações e o engajamento das partes interessadas;</p> <p>Planejar o gerenciamento de riscos;</p> <p>Planejar a integração do projeto;</p> <p>Análise de viabilidade econômica e financeira;</p> <p>Análise ambiental da proposta: redução na emissão de carbono;</p> <p>Escolha do instrumento de política para que a proposta saia do papel futuramente (leis, convênios, editais, projetos ou dotação orçamentária).</p>
---------------------------	--

Fonte: Adaptado de Secchi (2010) e PMBOK (2017)

Com as componentes metodológicas detalhadas no Quadro 5, chegou-se ao objetivo deste trabalho, que foi a construção do planejamento do projeto Combo Energético Sustentável ligado ao Pronaf Eco.

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Dados coletados por análise documental do projeto de Agroecologia da Universidade Federal de Uberlândia

O autor desta pesquisa faz parte do grupo de extensão do projeto de agroecologia da Universidade Federal de Uberlândia citado acima. O próprio autor fez a coleta de dados dos moradores do Assentamento analisado.

A Tabela 10 apresenta variáveis quantificadas extraídas do projeto de Agroecologia da UFU que dão suporte e justificativa para a criação do Combo Energético Sustentável no assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva em Uberlândia - MG.

Tabela 10 – Variáveis quantificadas para dar suporte e justificativa para a criação do planejamento do projeto de ação de política pública proposto

Quantificações importantes para a criação da ação de política pública	Valores	Desvio padrão	Unidade
Quantidade de pessoas nas 30 famílias	89	-	Pessoas
Quantidade de menores de 18 anos	16	-	Pessoas
Renda média por família	2042,67	1063,43	Reais/mês
Quantidade de aposentados	20	-	Pessoas
Quantidade de moradores que possuem renda extra na cidade	19	-	Pessoas
Quantidade de lotes que possuem bovinos de leite	22	-	Lotes
Quantidade de lotes que possuem bovinos de corte	25	-	Lotes
Quantidade de lotes que possuem suínos	23	-	Lotes
Quantidade de lotes que possuem aves de corte	25	-	Lotes
Quantidade de lotes que possuem aves de postura	25	-	Lotes
Quantidade de lotes que possuem terra degradada	3	-	Lotes
Possível gasto médio com energia elétrica relatado pelos moradores	318,66	237,35	KWh/mês
Gasto médio com gás de cozinha por mês	0,92	0,58	Botijão/mês
Gasto médio com esterco	16,66	32,15	Reais/mês
Gasto médio com adubo químico	R\$ 54,66	64,40	Reais/mês
Quantidade de famílias que utilizam a lenha para cocção	15	-	Famílias ou lotes

Fonte: Autoria própria (2020)

Com relação ao número de jovens da Tabela 10, dentre as famílias entrevistadas observou-se um baixo número. O êxodo rural de jovens no assentamento Carinhosa tem sido uma realidade, principalmente devido à falta de atividades geradoras de renda. O Combo Energético Sustentável tem o objetivo de aumentar as atividades produtivas do lote, diminuindo

os custos de produção, aumentado a renda, o que poderia motivar os jovens a permanecerem no campo.

A renda média por família se mostrou não muito baixa, como observada a Tabela 10, e de acordo com a FGV (2020), as famílias estariam classificadas como classe D. Foi observado que muitos moradores possuem renda extra na cidade ou já são aposentados. Se tantos moradores trabalham na cidade e existem tantos aposentados, isso mostra que a renda produzida pelos lotes pode não ser suficiente para que subsistência venha apenas da terra, e os moradores do assentamento estão envelhecendo. De acordo com Costa e Ralish (2013), o envelhecimento geral dos moradores atuantes de assentamentos rurais e o excessivo êxodo rural dos jovens, podem causar um colapso socioeconômico nos assentamentos.

A quantificação média total da renda foi calculada como a soma das seguintes fontes: renda monetária extraída do lote como resultado de comercialização, renda monetária dos produtos utilizados para consumo interno do lote, renda por atividade extra na cidade e aposentadoria.

Para o abastecimento volumétrico diário correto de dejetos no biodigestor é necessária uma quantidade de dejetos produzidos por animais no lote diariamente. A maioria dos lotes possuem a quantidade de animais suficientes para o funcionamento do biodigestor, principalmente bovinos e suínos. Os moradores que não possuem a quantidade suficiente de animais se voluntariaram a aumentar a criação de animais caso a tecnologia fosse implantada.

Poucos lotes possuem terra degradada, visto que a ocupação da fazenda na qual se encontra o assentamento foi recente, a terra é produtiva e de qualidade e a maioria pratica agricultura em sistema agroecológico, no entanto, com o tempo o solo tende a perder seu valor nutricional e o biofertilizante gerado pelo biodigestor pode ajudar na reposição de nutrientes para o solo.

Além de ajudar na reposição de nutrientes no solo, o biodigestor pode zerar o gasto com gás de cozinha das famílias, o gasto com esterco e gasto com adubo químico, além de dar a oportunidade aos moradores de não utilizarem mais a lenha para a cocção. Diminuindo o uso da lenha diminui-se o tempo gasto com corte e transporte, o tempo gasto com o cuidado com as panelas e o desmatamento. Outra questão extremamente importante que seria gerada caso o uso da lenha fosse extinguido pelo uso do biogás, seria a redução dos problemas respiratórios que a queima da madeira gera. De acordo com Da France Presse (2011), dados da OMS (Organização Mundial da Saúde), informam que a queima da madeira e carvão nas residências familiares causam 2 milhões de mortes por ano, principalmente em países subdesenvolvidos.

A energia solar pode ajudar muito na redução dos custos com energia elétrica. Vale ressaltar que o assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva não possui rede elétrica regularizada, mas a fiação da CEMIG passa dentro da fazenda. O dado de consumo médio das 30 famílias relatado na Tabela 9, foi extraído através de pergunta aos moradores, os quais relataram seu consumo baseados em famílias que tinham um consumo semelhante ao deles e que também eram de assentamentos rurais. Os assentados possuem rede irregular de energia, mas a tendência é que a CEMIG regularize essa rede nos próximos anos.

Como os dados do consumo de energia elétrica são muito superficiais, para simular um sistema de energia solar para o assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva de forma mais contundente, foi utilizado o estudo de Tonon (2016), que levantou os gastos de energia de um assentamento de reforma agrária em diferentes faixas de consumo. O modelo do sistema solar deste trabalho foi padronizado para todos os lotes, com capacidade produtiva para a menor faixa de consumo analisada por Tonon (2016), até 200 kWh/mês. O projeto padrão foi planejado para a menor faixa de consumo, porém possui potencial para extensão produtiva de energia, pois alguns lotes do assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva possuem equipamentos de alto consumo como: sistema de irrigação, ordenhadeira mecânica e desintegradores.

4.2. Construção do planejamento do projeto de ação de política pública Combo Energético Sustentável

Nesta seção foi idealizado o planejamento da proposta de projeto vinculado a política pública do Pronaf Eco denominado Combo Energético Sustentável, aliando a metodologia de elaboração de políticas públicas proposta por Secchi (2010), com a metodologia de gestão de projetos proposta pelo PMBOK (2017). Este projeto é um modelo de sistema de autossuficiência energética para aplicação em assentamentos rurais de acordo com a dimensão de cada localidade. Utilizou-se os dados do assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva para o planejamento da proposta. Esta proposta de projeto é uma ação de política pública que pode ser classificada por meio das classificações de Dias e Matos (2012) como sendo focalizada (resolver o problema de uma população em questão) e setorial (política do setor agrário).

4.2.1. Identificação do problema público

Baseada no referencial teórico desta pesquisa, o Quadro 6 apresenta uma carteira de problemas que os assentamentos rurais do Brasil vêm enfrentando nos últimos anos.

Quadro 6 - Problemas Públicos nos assentamentos do Brasil

Problemas Públicos
Falta de assistência técnica
Falta de programas de extensão rural
Falta de financiamento da produção
Dificuldade na comercialização dos produtos
O Estado deve ser o agente gerenciador dos assentamentos
Falta de acesso à energia elétrica
Falta de acesso ao saneamento Básico
Falta de acesso à água de qualidade
Falta de acesso ao solo de qualidade
Os ruralistas e a sua inserção no interior do bloco no poder
O cerco aos assentamentos
A tendência a concentração fundiária
A integração subordinada dos assentamentos estaduais: do endividamento à perda de controle sobre a terra
O financiamento ao setor agrícola versus financiamento das políticas agrárias: a reforma agrária como uma “pequena política”
O processo de burocratização da política de reforma agrária e suas consequências
Criminalização dos movimentos sociais e utilização da máquina do Estado para deslegitimar a reforma agrária
Aumento do custo de energia elétrica
Baixa renda produzida por lote
Saída dos jovens sucessores do campo para os grandes centros urbanos
Falta de acesso a programas de qualidade na saúde
Falta de acesso a saúde de qualidade
Falta de estrutura e oportunidades de escoar a produção
Escassez de recursos para comercialização da produção
Escassez de infraestrutura digna como moradia

Fonte: Fonte: Adaptado de Dias e Matos (2012), Albuquerque; Coelho; Vasconcelos (2004), Belik (2014), Ferreira (2017), Scopinho (2010), Costa & Ralish (2013), Balanço Energético Nacional (2005) e CEMIG (2020)

4.2.2. Formação da agenda

Buscando envolver os problemas que podem ser resolvidos direta ou indiretamente com a aplicação real da proposta do Combo Energético Sustentável, a formação desta agenda é importante para que se possa analisar a viabilidade da proposta, sua eficiência e a resolubilidade diante das situações que os assentados vivem. O objetivo da agenda é identificar os problemas mais urgentes que podem ser resolvidos através da ação proposta nesta pesquisa. O Quadro 7 apresenta os problemas nos assentamentos que podem ser resolvidos direta ou indiretamente com a proposta.

Quadro 7: Problemas nos assentamentos que podem ser resolvidos direta ou indiretamente com a proposta.

Problemas presentes na agenda	
Problemas que poderiam ser resolvidos diretamente com a ação de política pública	Razões
Baixa renda produzida por lote	Devido as análises feitas, o Combo Energético Sustentável pode trazer um certo nível de autossuficiência energética, fazendo com que os assentados economizem com o gasto de energia elétrica e gás de cozinha. Outra economia seria nos gastos com esterco e fertilizantes, pois o biofertilizante produzido no biodigestor atenderá boa parte das necessidades das famílias. A presença do biodigestor pode impulsionar os moradores a terem mais animais na propriedade e a produzirem mais com as plantações, o que agrega em mais renda para a família. A presença da energia solar pode impulsionar o investimento em irrigação, o que aumenta a produtividade. A presença de gás de cozinha em abundância pode impulsionar a criação de pequenas cozinhas industriais para venda de alimentos processados.
Acesso à energia elétrica	Com a instalação da rede fotovoltaica, os assentados produziram grande

	parte da energia elétrica que consomem, resolvendo o problema da falta de energia dos assentamentos rurais no Brasil e a dependência deste recursos que sofre constante aumento de preço.
Acesso ao solo de qualidade	Com o biofertilizante em abundância nas propriedades, a melhoria do solo seria feita de forma contínua e barata.
Aumento do custo de energia elétrica	Com a produção própria de energia elétrica, os assentados teriam controle sobre o aumento de custo da energia e consequentemente com o aumento dos custos de produção.
Uso da lenha e o desmatamento	O uso da lenha para cozinhar gera desmatamento nas regiões dos assentamentos, demanda muito tempo e esforço físico para o corte e transporte e a fumaça da queima gera problemas respiratórios. Com o biogás em abundância esses problemas poderiam ser minimizados ou extinguidos.
Problemas que poderiam ser resolvidos indiretamente com a política	Razões
Falta de financiamento da produção	A proposta do projeto envolve um financiamento a juros bem baixos para assentamentos rurais por meio do Pronaf Eco. Caso fosse aprovado, surgiria uma opção a mais de financiamento para os produtores.
Falta de assistência técnica	A proposta envolve a aplicação de treinamentos periódicos aos assentados tanto para a tecnologia da energia solar quanto para o biodigestor. A ideia é que o projeto seja lucrativo a ponto de que os assentados arquem com os custos de assistência técnica.
O Estado deve ser o agente gerenciador dos assentamentos	Com maior produtividade, incremento de renda e assistência

	técnica privada, os assentamentos tenderiam a ser mais independentes do Estado.
A integração subordinada dos assentamentos estaduais: do endividamento à perda de controle sobre a terra	Com o aumento da renda pelo projeto do Combo Energético Sustentável e a aliança com outras políticas públicas de melhoria de produção já existentes, a tendência de endividamento poderia diminuir.
Saída dos jovens sucessores do campo para os grandes centros urbanos	O incremento de renda e aumento das atividades nos lotes poderia fixar os sucessores no assentamento.

Fonte: Autoria própria (2020)

4.2.3. Formulação de alternativa

Nesta seção foi construído o plano de projeto para o planejamento do Combo Energético Sustentável utilizando a metodologia de planejamento de projetos definida pelo PMBOK (2017), aliada a terceira etapa de elaboração de políticas públicas que é a formulação da alternativa. As análises foram feitas separadamente para o biodigestor representado pela letra A, para a energia solar representada pela letra B e para ambas pela análise AB. No fim das análises separadas, foi realizada junção das propostas para a composição do projeto.

4.2.3.1. Criação do plano de projeto

ANÁLISE AB – BIODIGESTOR E ENERGIA SOLAR

O plano de projeto envolve as diversas áreas de conhecimento para se planejar o projeto, e estas áreas são as seguintes: planejar e gerenciamento do escopo do projeto, planejar o gerenciamento do cronograma, planejar o gerenciamento de custos, planejar o gerenciamento de qualidade, planejar o gerenciamento dos recursos, planejar o gerenciamento das comunicações, planejar o gerenciamento de riscos, planejar o gerenciamento das aquisições, planejar a integração do projeto e planejar o engajamento das partes interessadas (PMBOK, 2017).

Além das áreas de conhecimento é importante identificar as partes interessadas, realizar análise de viabilidade econômica e financeira, realizar a análise da sustentabilidade do projeto e determinar a escolha do instrumento de política para que a proposta saia do papel futuramente.

4.2.3.1.1. Identificar os interessados no projeto

ANÁLISE AB – BIODIGESTOR E ENERGIA SOLAR

As partes interessadas no projeto podem ser observados no Quadro 8.

Quadro 8 – Partes interessadas no projeto

Interessados no projeto	Razões do interesse
O Estado e governantes	A razão para o envolvimento do Estado se dá pela necessidade de construir ações efetivas no combate à pobreza e desigualdades sociais de uma forma eficiente, gerando a autonomia dos produtores de assentamentos rurais. O projeto pode trazer ganhos econômicos, sociais e ambientais.
Produtores de assentamentos rurais do Brasil, seus sucessores e produtores de agricultura familiar	As tecnologias podem gerar mais renda e por consequência resolver diversos problemas que os assentamentos enfrentam, principalmente os ligados a deficiência no acesso às fontes de energia.
Pesquisadores e academia	Por ser um estudo detalhado, a comprovação da viabilidade econômica e ambiental da proposta pode gerar um grande ganho no que tange a conhecimentos acadêmicos práticos.
Organizações de desenvolvimento sustentável	Por ser uma proposta de produção de energia limpa, pode ser difundida em vários setores a nível mundial, fortalecendo o combate à poluição em demasia.
Empresas e funcionários construtores de projetos fotovoltaicos	Para a construção do projeto de energia solar é necessário a contratação de empresas que trabalham no ramo, impulsionando o setor e gerando emprego.
Empresas que fornecem equipamentos para montagem de sistemas fotovoltaicos	Empresas que fornecem equipamentos para a construção de sistemas fotovoltaicos estarão envolvidas para o fornecimento de equipamentos e materiais.

Setor de energia fotovoltaica	Caso a ação de política pública chegue a ser impulsionada a nível nacional, fortaleceria consideravelmente o setor de energia solar.
Moradores de outros assentamentos que tem o conhecimento sobre construção e manutenção em biodigestores	Moradores de outros assentamentos que dominam a tecnologia do biodigestor serão necessários para trabalhar e treinar os moradores dos assentamentos que serão envolvidos no projeto do Combo Energético Sustentável. A ideia é que tenha uma sinergia deste conhecimento entre os moradores de diversos assentamentos.
Empresas que fornecem os insumos para a construção de biodigestores	Empresas de materiais de construção, madeireiras e ferragistas que fornecerão os materiais necessários se fortaleceriam em número de vendas e crescimento econômico.
Outros assentamentos rurais	Outros assentamentos rurais podem demonstrar interesse em aplicar o projeto em seus lotes.

Fonte: Autoria própria (2020)

4.2.3.1.2. Planejar o gerenciamento do escopo do projeto

Planejar o escopo do projeto significa entender todas as atividades e recursos necessários para que o projeto seja entregue conforma o solicitado, além de descrever as características da entrega (PMBOK, 2017). Uma ferramenta importante desta etapa é a Estrutura Analítica do Projeto. O escopo do produto e do projeto também devem ser detalhados, assim como a coleta de requisitos. Para a eficiente análise deste projeto foram construídas três Estruturas Analíticas: uma para Análise AB, uma na Análise A e outra na Análise B.

ANÁLISE AB – BIODIGESTOR E ENERGIA SOLAR

Esta análise representa o planejamento geral do escopo com atividades preliminares essenciais em comum para a construção do biodigestor e o sistema fotovoltaico. Estima-se uma duração total de 90 dias destas atividades preliminares, e o intuito principal é apresentar a proposta do projeto do Combo Energético Sustentável ao programa Pronaf Eco e obter a

aprovação do financiamento. O Quadro 9 representa a estrutura analítica do planejamento geral preliminar para a aprovação do projeto e liberação dos recursos financeiros.

Quadro 9 – Estrutura analítica preliminar para ambas as tecnologias

Pré-construção
1.1 - Assentamento rural deve mostrar interesse no projeto
1.2 – Líder do assentamento mais 5 assentados devem formar uma equipe
1.3 - Reuniões com os moradores para expor a proposta
1.4 - Escolha das famílias
1.5 - Análise da regularidade do nome do representante de cada família para financiamento
1.6 - Contratação de um gestor de projetos rurais com conhecimento na área para conduzir o projeto total
1.7 - Delimitação do número de lotes e o consumo de gás e de energia elétrica de cada família
1.8 - Orçar no mínimo em 3 empresas que constroem sistemas fotovoltaicos e selecionar uma
1.9 – Aguardar o projeto fotovoltaico das 30 casas ficar pronto
1.10 - Planejamento e análise econômica e financeira
1.11 - Organização dos papéis para financiamento
1.12 - Reunião com o gestor, equipe e todas as famílias
1.13 - Montar o projeto, apresentar a ATER e contatar a Unidade Técnica Estadual
1.14 - Reunião com o gestor, equipe e todas as famílias
1.15 – Apresentar e aguardar a aprovação do projeto fotovoltaico pela Cemig
1.16 - Levar a proposta ao Banco responsável
1.17 - Aguardar a liberação do financiamento
1.18 - Criar uma conta conjunta específica para armazenagem do capital do projeto

Fonte: Autoria própria (2020)

ANÁLISE A – BIODIGESTOR

No que se relaciona ao biodigestor de pequena escala, a construção deve ser feita pelos próprios assentados, que serão treinados e auxiliados por 4 pessoas que tem experiência na construção e manutenção deste tipo de biodigestor, e que são moradores de outros

assentamentos (alguns assentamentos já possuem esta tecnologia padronizada). Com os 4 especialistas contratados serão formadas 2 equipes as quais devem construir dois biodigestores simultaneamente com a ajuda dos moradores do assentamento, deve-se buscar construir de forma simultânea em lotes vizinhos.

Cada lote deve receber uma unidade da tecnologia. Este biodigestor deve ser bem dimensionado, o mais padronizado possível pelo projeto, envolvendo: o desenho técnico conforme o Apêndice A, o memorial descritivo, lista de equipamentos e manual de instalação. O objetivo desta organização do projeto é para que haja uma comunicação igualitária para possíveis manutenções futuras, fazendo com que os assentados possam sempre se ajudar.

O biodigestor deve ter a durabilidade de 10 anos, e também ter uma estrutura que permita fácil abastecimento de dejetos, eficiente biodigestão da matéria orgânica, eficiente armazenamento de gás, eficiente descarga de biofertilizante, eficiente captação de fluídos na tubulação de gás, não deve possuir vazamentos, gerar boa qualidade de gás com alto teor de combustão e boa condução até o fogão das residências.

Para a concretização da construção do biodigestor, é importante analisar os componentes pré-construção, construção e pós construção. A estrutura analítica do biodigestor pode ser observada no Quadro 10, e apresenta as componentes para fazer o projeto acontecer.

Quadro 10: Estrutura analítica do biodigestor

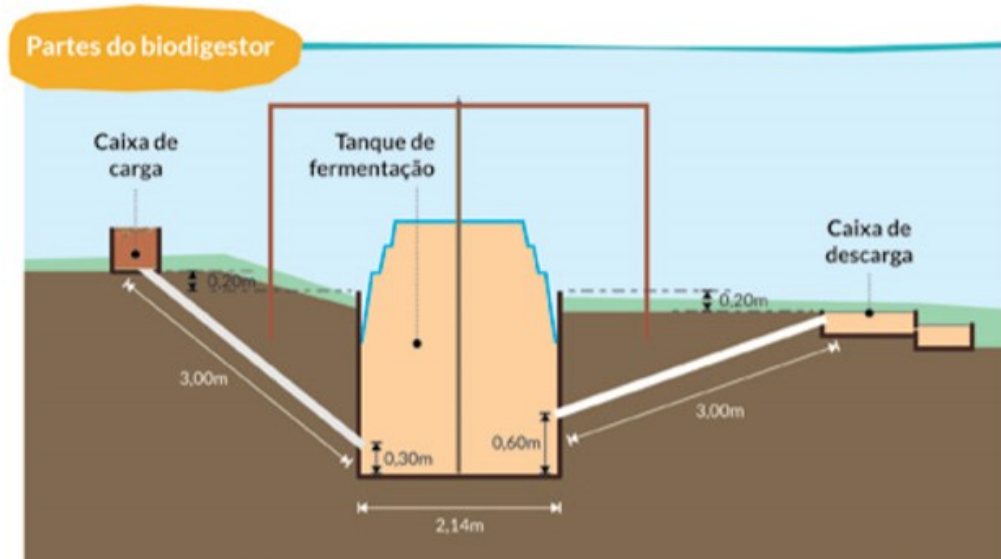
Estrutura analítica do biodigestor		
1 - Pré-construção	2 - Construção	3 - Pós-construção
1.1 – Aguardar a aprovação e o recurso financeiro como visto na estrutura analítica AB	2.1 - Aquisição de todos os matérias de todos os biodigestores	3.1 - Treinamento intensivo de manutenção e execução com os especialistas contratados
	2.2 - Contratar 4 especialistas neste tipo de construção.	3.2 - Abastecer o biodigestor com o máximo de dejetos possível
	2.3 - Treinamento intensivo sobre a construção	3.3 - Treinamentos periódicos semestrais entre os próprios moradores
	2.4 - Escolha do local	3.4 – Contratar acompanhamento técnico terceirizado.

	2.5 - Cavar o buraco	
	2.6 – Fazer as formas e placas	
	2.7 - Construir o tanque de fermentação	
	2.8 - Construir a caixa de carga	
	2.9 - Construir a caixa de descarga	
	2.10 - Fazer a câmara de armazenamento de gás	
	2.11 - Construir a trave de segurança	
	2.12 - Preparar a tubulação de gás	
	2.13 - Instalar o filtro de impurezas	
	2.14 - Construir o sistema de drenagem	
	2.15 - Fazer a adaptação no fogão	

Fonte: Adaptado de Diaconia (2012)

A Figura 4 apresenta o escopo do produto que o projeto do biodigestor deve cumprir em cada lote.

Figura 4: Escopo do produto para o biodigestor



Fonte: Diaconia (2012)

ANÁLISE B – ENERGIA SOLAR

O escopo para o projeto da energia solar tem o objetivo de entregar um sistema de produção de energia fotovoltaica padrão em cada uma das 30 casas do assentamento. O sistema deve ter uma capacidade de produção de aproximadamente 200 kWh/mês. Ele deve ser ligado à rede e os painéis serão fixados no telhado. Nesta análise não se faz necessário criar uma estrutura analítica do projeto com detalhes sobre a construção, pois a construção deste sistema é feita por empresas especializadas na área de energia solar. O que mais interessa é o orçamento, o tempo de execução e a estruturação para a contratação. Um modelo proposto para as casas do assentamento pode ser observado na Figura 5.

Figura 5: Modelo proposto do sistema fotovoltaico para as casas do assentamento



Fonte: <https://www.startsun.com.br/como-funciona-a-energia-solar.html>.

Para o projeto de energia solar, as atividades de pré-construção estão localizadas na estrutura analítica da análise AB, que levam em torno de 90 dias para se concretizarem. O projeto solar e do biodigestor podem ser construídos de forma simultânea. A EAP do sistema fotovoltaico pode ser observada no Quadro 11.

Quadro 11: Estrutura analítica do sistema solar

Estrutura analítica do sistema solar		
1 - Pré-construção	2 - Construção	3 - Pós-construção
1.1 – Aguardar a aprovação e o recurso financeiro como visto na estrutura analítica AB	2.1 – Autorizar a empresa contratada a começar as construções <ul style="list-style-type: none"> - Solicitar a instalação do medidor de energia bidirecional - Definição da orientação e local de instalação - Instalação do suporte dos módulos - Instalação dos eletrodutos - Instalação dos cabos elétricos e caixa String Box - Instalação do Grid Tie - Instalação e fixação dos módulos - Instalação dos controladores de carga - Ligação com a rede elétrica 	3.1 - Treinamento intensivo de manutenção e execução para os assentados, juntamente com a empresa contratada
		3.2 – Acompanhamento semestral feito pela empresa contratada

Fonte: Autoria própria (2020)

4.2.3.1.3. Planejar o gerenciamento do cronograma

Tanto o projeto de energia solar quanto o projeto do biodigestor começam simultaneamente depois da pré-construção estabelecida pela EAP da análise AB. Eles devem ser construídos sem interferência de tempo um com o outro, assim o projeto que apresenta o

maior tempo de execução somado ao período de pré-construção, é o que representa a duração total do projeto do Combo Energético Sustentável. Para a análise do tempo de construção do projeto foram consultadas opiniões de especialistas em cada uma das áreas das duas tecnologias. Esses especialistas envolveram pessoas autônomas e empresas.

ANÁLISE A – BIODIGESTOR.

Este cronograma refere-se à construção de uma única unidade do biodigestor. Para a formação do cronograma do projeto foram consideradas as atividades sequenciadas, tomando a influência das atividades predecessoras, com a alocação de tempo em dias ou horas, como pode ser observado no Quadro 12. A previsão do tempo gasto nas atividades foi feita através de orçamentos em 2 empresas que constroem biodigestores. Foi considerado um período de trabalho de 8 horas diárias.

Quadro 12: Cronograma do projeto do biodigestor

Atividades gerais e subatividades	Nome da atividade	Predecessoras	Duração (dias)	Duração (horas)
1 – Pré-construção				
1.1 – Pré-construção			90	720
2. Construção do biodigestor				
2.1 - Aquisição de todos os materiais de todos os biodigestores	A	Início	30	240
2.2. - Contratar três especialistas neste tipo de construção (chegada dos especialistas)	B	A	0,5	4
2.3 - Treinamento intensivo sobre a construção	C	B	0,4	3,2
2.4 - Escolha o local a ser construído	D	C	0,02	0,16
2.5 - Cavar o buraco	E	D	0,4	3,2
2.6 - Fazer as formas, fazer as placas, esperar secar e perfurar as placas que passarão os canos de carga e descarga.	F	C	2	16
2.7 - Construir o tanque de fermentação: nivelar o piso, preparar a grade circular, assentar as placas, sustentar a parede do tanque, amarração das paredes do tanque, construção dos batentes com tijolos, chumbar o tanque guia	G	E, F	2	16
2.8 - Construir a caixa de carga	H	G	0,4	3,2
2.9 - Construir a caixa de descarga	I	G	0,5	4
2.10 - Fazer a câmara de armazenamento de gás	J	G	0,5	4

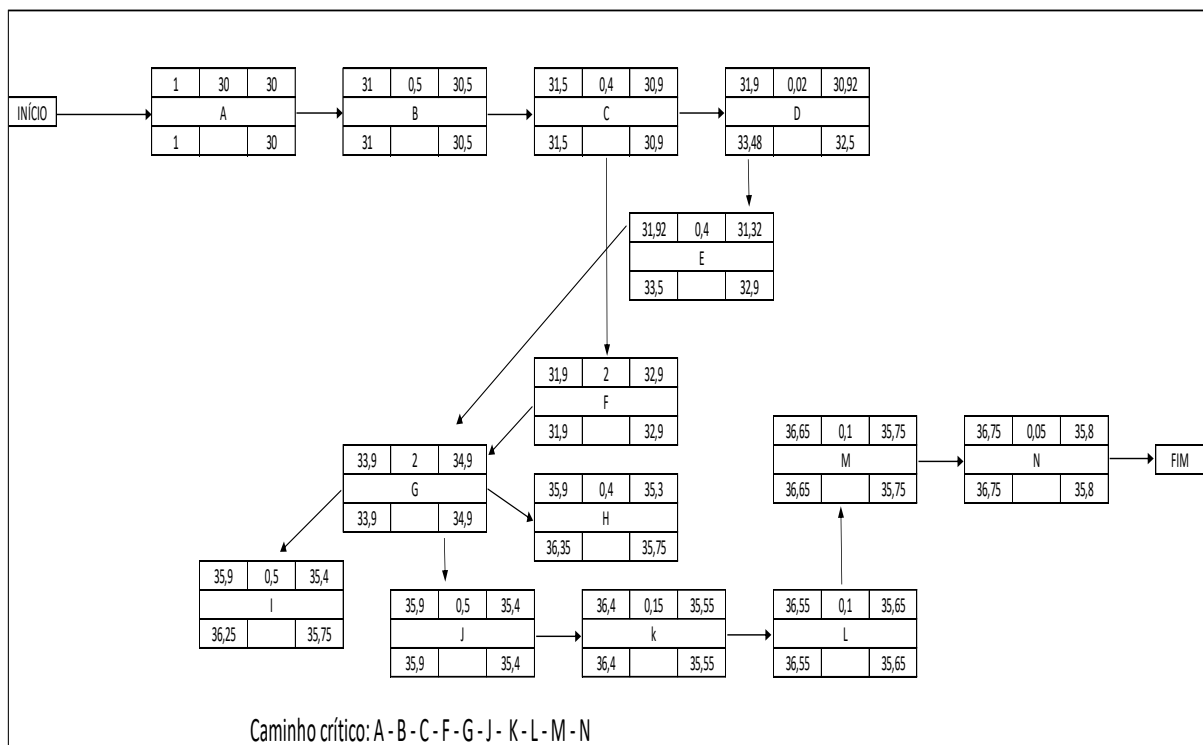
2.11 - Construir a trave de segurança	K	J	0,15	1,2
2.13 - Instalar o filtro de impurezas	L	K	0,1	0,8
2.14 - Construir o sistema de drenagem	M	L	0,1	0,8
2.15 - Fazer a adaptação no fogão	N	M	0,05	0,4
2.16 – Fim				

Fonte: Dados de empresas construtoras de biodigestores (2020)

A partir do cronograma foi possível construir um gráfico CPM, para a análise de duração do projeto em dias e para a determinação do caminho crítico, no qual as tarefas não podem gerar atraso, pois podem comprometer o tempo e conseqüentemente o orçamento do projeto.

O CPM do projeto do biodigestor e seu caminho crítico podem ser vistos na Figura 6.

Figura 6 – CPM da construção do biodigestor



Fonte: Autoria própria (2020)

O mais importante no cálculo do tempo no projeto é a parte de construção, pois esta apresenta tarefas predecessoras importantes. Pela análise percebe-se que para a construção de um biodigestor, retirando o período de aquisição e chegada dos insumos (atividade A – 30 dias), são necessários 5,8 dias, atribuindo mais 0,2 dias de treinamento aos moradores chega-se a 6 dias para a finalização. Considerando um dia de folga entre a construção de um e outro biodigestor, considera-se 7 dias por biodigestor. Para o cálculo do tempo total do projeto de todos os biodigestores basta resolver a seguinte equação:

**Período total do projeto do biodigestor = tempo de pré-construção + tempo de aquisição
+ (tempo de construção individual × o número de lotes/2)**

$$\text{Período total do projeto do biodigestor} = 90 + 30 + (7 \times (30/2)) = 225 \text{ dias}$$

O número de lotes é dividido por 2 pois dos 4 especialistas que devem ser contratados, deve-se formar duas equipes com dois especialistas cada, e que contam com a ajuda de 3 moradores em cada equipe para se construir dois biodigestores de forma simultânea durante os 6 dias

O treinamento total será feito no treinamento inicial proposto, no decorrer da construção, e mais os 0,2 dias após se concluir a construção. Os 0,2 dias que faltam para completar os 6 dias de trabalho resultam em torno de uma hora e meia de treinamento.

ANÁLISE B – ENERGIA SOLAR

O cálculo do tempo de projeto deve ser fornecido pela empresa contratada, neste caso a empresa monta o sistema em dois dias e dá treinamento durante 4 horas. O cronograma do sistema fotovoltaico pode ser observado no Quadro 13.

Quadro 13: Cronograma do projeto do sistema solar

Atividades gerais e subatividades	Nome da atividade	Predecessoras	Duração (dias)	Duração (horas)
1 - Pré construção				
1 .1 - Pré construção			90	720
2. Construção do sistema solar				
Construção	A	Pré-construção	2	32
Treinamento	B	A	0,5	4

Fonte: Autoria própria (2020)

O período de construção e treinamento resultou em 2,5 dias para cada sistema solar e a empresa possui equipe para trabalhar 7 dias por semana, sem folga. Para calcular o tempo de construção do sistema solar sem contar a fase de pré-construção, basta calcular a seguinte equação:

$$\text{Tempo para a construção de todos os projetos de energia solar} = 2,5 \times 30 = 75 \text{ dias}$$

Para o cálculo do tempo total do projeto solar de todos os lotes levando em consideração o período de pré-construção, basta resolver a seguinte equação:

Período total do projeto do sistema solar = tempo de pré-construção + tempo de construção de todos os projetos solares

Período total do projeto do sistema solar = 90 + 75 = 165 dias

ANÁLISE AB - BIODIGESTOR E ENERGIA SOLAR

Devido aos fatos, o tempo total do projeto será de 225 dias, que é o tempo maior de execução total da construção entre as duas tecnologias, englobando o tempo da construção de todos os biodigestores. Este tempo está levando em consideração a pré-construção, construção e pós construção para todos os lotes.

4.2.3.1.4. Planejar o gerenciamento de custos, aquisições e recursos

ANÁLISE AB – BIODIGESTOR E ENERGIA SOLAR

Os recursos para a concretização do projeto do Combo Energético sustentável devem vir de financiamento Pronaf Eco, com 5 anos de carência, 10 anos para pagar com uma taxa de juros anual de 4,6% ao ano.

O projeto deve montar uma equipe de projeto com: o líder do assentamento, 5 pessoas do próprio assentamento e mais um gestor consultor de projetos rurais para montar a proposta e conduzir a pré-construção, construção e pós construção. O custo deste gestor já consta nos custos do projeto do biodigestor.

O dinheiro deve vir do Pronaf Eco em uma conta única formada para este tipo de projeto, no qual quem lidará com os recursos será a equipe de projetos. Para que haja organização é necessário que cada lote participante assine um contrato de condução da proposta nestes parâmetros. Essa estratégia é feita para que no momento da compra dos insumos de construção, esses produtos sejam comprados de forma unificada, o que garante grande desconto devido ao volume comprado, viabilizando economicamente o projeto.

O dinheiro deve ficar na conta de algum Banco vinculado ao Pronaf Eco, e só pode ser retirado para pagamento direto das empresas contratadas para serviços, produtos e mão de obra, por meio de boletos e transferências, não sendo permitido o saque de dinheiro em espécie. Em relação ao pagamento do financiamento, serão gerados boletos individualizados, nos quais cada lote terá o seu valor específico para quitar o financiamento.

Cada família tem um consumo específico de gás e energia elétrica. No entanto o consumo de gás de cozinha no assentamento é bem linear, fazendo com que o biodigestor

proposto neste trabalho seja padronizado para todos os lotes do assentamento Carinhosa, e pode ser uma boa aproximação para os assentamentos do Brasil.

Já o consumo de energia elétrica varia muito, pois depende da quantidade de eletrodomésticos, permanência no lote, e o uso de equipamentos elétricos para produção rural como: bomba de água, ordenha mecânica e desintegradores de grãos. E como visto anteriormente não foi possível dimensionar com exatidão o consumo de energia elétrica no assentamento estudado pois o mesmo não tem rede regularizada.

Para o projeto do Combo Energético Sustentável optou-se por dimensionar o sistema através do estudo de Tonon (2016). Este autor fez um estudo sobre o gasto de energia elétrica em um assentamento rural com 63 famílias e delimitou 3 faixas de consumo de energia:

- a) Faixa 1: 34 famílias consomem de 0 a 200 kWh/mês de energia
- b) Faixa 2: 23 famílias consomem de 200,01 a 400 kWh/mês de energia
- c) Faixa 3: 6 famílias consomem mais do que 400,01 kWh/mês de energia

Para o Combo Energético Sustentável optou-se por se aproximar do consumo da faixa 1 estabelecida por Tonon (2016), com o objetivo de estabelecer um projeto padrão. No entanto, o projeto padrão é composto por microinversores, podendo ser expandido caso o morador do lote queira aumentar sua produção de energia. O projeto proposto da energia solar tem capacidade de produção de 200 kWh/mês, que descontado o custo de disponibilidade subtrai-se 50 kWh/mês resultando em uma produção/consumo efetivo de 150 kWh/mês

ANÁLISE A – BIODIGESTOR.

Para se chegar aos custos totais que envolvem a construção do biodigestor, foram consultadas cartilhas técnicas de projetos semelhantes que já foram construídos e estão em pleno funcionamento e empresas construtoras de biodigestores. Foram seguidas as orientações de Mattos e Farias (2011) e Diaconia (2012). O orçamento foi feito para 30 lotes, ou seja, 30 biodigestores, pois assim todos os custos de aquisição diminuem significativamente, tornando o projeto mais viável economicamente. Os orçamentos foram feitos na cidade mais próxima que é Uberlândia-MG no primeiro semestre do ano de 2020.

Para fazer a atualização dos valores dos produtos que devem ser adquiridos foram realizadas pesquisas de valores em 4 segmentos de empresas distintos: construção civil, específica de encanamento e caixas de água, madeireira e serralheria. Para se chegar a um valor mais preciso de mercado foram feitos 3 orçamentos para cada um dos 4 grupos de empresas que são necessárias. O valor final de cada aquisição necessária foi determinado extraindo a média aritmética simples dos valores dos 3 orçamentos.

Para a mão de obra foram considerados a utilização de 4 técnicos especializados (moradores especialistas de outros assentamentos) e 6 operadores não especializados (do próprio assentamento), o custo de mão de obra dos técnicos foi contabilizado, já o dos operadores não foi contabilizado. O frete foi considerado como um custo compartilhado. O assentamento Carinhosa está a aproximadamente 19 km de Uberlândia e o frete de um caminhão para carregar a quantidade de materiais para três lotes foi de R\$ 600,00 reais, logo para cada lote o custo foi de R\$ 200,00 reais.

As aquisições devem ser feitas após o depósito do valor do financiamento Pronaf Eco. A equipe de projetos e o gestor de projetos devem gerenciar as aquisições, e também fazer reuniões com as famílias para prestar contas dos pagamentos feitos. Deve haver eficiência nas aquisições, para que as compras nas 4 empresas sejam feitas de uma só vez, extraindo o máximo desconto possível e também garantindo um frete mais acessível.

Após ser feito o orçamento geral para os 30 biodigestores, os valores unitários de cada insumo foram divididos por 30 e somados. Estes valores podem ser observados na Tabela 11. É muito importante saber o valor unitário para que projeto seja submetido aos órgãos de financiamento, e estes analisem os custos individuais de cada família.

Tabela 11: Orçamento para cada biodigestor

Itens	Finalidade	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Ferro 6,3 mm	Piso do tanque	kg	3	R\$ 6,56	R\$ 19,67
Arame 12 galvanizado	Amarração do tanque	kg	5	R\$ 9,27	R\$ 46,33
Brita 01	Lastro da câmara de fermentação	Lata	6	R\$ 2,39	R\$ 14,33
Caixa de fibra 3.000 litros (FORTLEVE)	Câmara de fermentação	Unidade	1	R\$ 1.356,67	R\$ 1.356,67
Zinco 0,40 m	Lastro da câmara de fermentação	kg	8	R\$ 6,95	R\$ 55,59
Tela de nylon 1,5 x 0,80	Caixa de descarga	Metro	1	R\$ 9,67	R\$ 9,67
Tijolo 08 furo	Caixa de descarga – batentes – sapata	Unidade	70	R\$ 0,32	R\$ 22,24
Cano PVC esgoto 100 mm	Cano de carga	Metro	2	R\$ 7,50	R\$ 15,00

Cano PVC esgoto 150 mm	Cano de descarga	Metro	3	R\$ 8,44	R\$ 25,33
Cano PVC rígido 50 mm	Cano guia externo – Tanque	Metro	3	R\$ 5,11	R\$ 15,33
Cano de ferro 40 mm	Cano guia interno – tanque	Metro	3	R\$ 11,33	R\$ 34,00
Parafuso francês 6” (15cm) 3/8”	Cano guia	Unidade	1	R\$ 4,00	R\$ 4,00
Parafuso francês 4” (10cm) 5/16”	Trave de retenção	Unidade	2	R\$ 2,00	R\$ 4,00
Barrote de madeira 7 x 7	Trave de retenção	Metro	7	R\$ 10,38	R\$ 72,67
Cano PVC rígido 60 mm	Cano guia da câmara de fermentação	Metro	1,5	R\$ 17,00	R\$ 25,50
Flange 60 x 60 mm	Cano guia da câmara de fermentação	Unidade	1	R\$ 24,33	R\$ 24,33
Tábua 0,15 x 0,04 m	Cano guia da câmara de fermentação	Metro	2	R\$ 11,17	R\$ 22,33
Parafuso francês 3” (7cm) 3/8”	Base de madeira do cano guia	Unidade	4	R\$ 2,25	R\$ 9,00
Cano PVC esgoto 75 mm	Dreno	Metro	1	R\$ 5,17	R\$ 5,17
Cap PVC esgoto 75 mm	Dreno	Unidade	2	R\$ 5,67	R\$ 11,33
T PVC rígido 20 mm	Dreno	Unidade	1	R\$ 0,73	R\$ 0,73
Cano PVC rígido 20 mm	Tubulação de gás	Metro	25	R\$ 1,00	R\$ 25,00
Joelho PVC rígido 20 mm	Joelho PVC rígido 20 mm Tubulação de gás – filtro de água	Unidade	7	R\$ 0,60	R\$ 4,17
Adaptador com Flange 20 mm	Saída de gás – filtro de água	Unidade	2	R\$ 6,58	R\$ 13,15
Adaptador longo com Flange Livre	Filtro de água	Unidade	1	R\$ 10,12	R\$ 10,12
Mangueira plástica 25 mm	Ligação da saída de gás com a	Metro	5	R\$ 2,62	R\$ 13,12

	tubulação de gás				
Registro de esfera 20 mm	Início e término da tubulação de gás	Unidade	2	R\$ 5,56	R\$ 11,12
Abraçadeiras rosca sem fim 1/2"	Ligações de mangueira de gás	Unidade	3	R\$ 1,13	R\$ 3,40
Garrafão acrílico de água mineral	Filtro de água	Unidade	1	R\$ 30,33	R\$ 30,33
União 20 mm	Filtro de água	Unidade	1	R\$ 11,12	R\$ 11,12
Cola PVC pequena		Unidade	1	R\$ 2,73	R\$ 2,73
Cimento		Saco	9	R\$ 22,48	R\$ 202,33
Areia		m ³	1	R\$ 70,83	R\$ 70,83
Mão de obra especializada		Dias/homem	2	R\$ 90	R\$ 1.080,00
Líder de projetos		Valor total	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Frete		Valor total	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
TOTAL GERAL		Total			R\$ 3.770,66

Fonte: Adaptado de Diaconia (2012)

As ferramentas necessárias para a instalação podem ser observadas no Quadro 14, estas ferramentas devem estar disponíveis no assentamento em que estiver sendo realizado a obra. Normalmente os moradores já possuem estas ferramentas, senão devem adquirir ou pegar emprestado com algum morador que tenha.

Quadro 14 - Ferramentas necessárias para a instalação

Ferramentas necessárias para a instalação
Trena ou fita métrica
Extensão elétrica
Kit serra copo com 04, sendo 01 de 73 mm, 01 de 60mm, 01 de 54mm e 01 de 32mm
Cola silicone
Cola plástica
Rebitadeira
Serra manual
Tesoura de poda
Brocas
Chave de boca 15
Chaves philips e fenda

Lápis marcador
Uma corda
Máscara e óculos de proteção
Isqueiro
Fita isolante e cola para soldar/vedar/moldar
Uma mala para guardar todas as ferramentas
Trena ou fita métrica

Fonte: Diaconia (2012).

ANÁLISE B – ENERGIA SOLAR

Para o planejamento dos custos e das aquisições, os valores e materiais devem ser repassados pela empresa contratada para a execução da construção. Na etapa de pré-construção a equipe juntamente com o gestor de projetos, deve buscar referências de empresas conhecidas no mercado, que oferecem serviços de qualidade e que tenham um preço competitivo. O ideal é que se procure orçar o valor do projeto em 3 empresas diferentes e o orçamento deve ser realizado para as 30 famílias de uma só vez, buscando o máximo desconto possível para aumentar a viabilidade econômica.

O projeto, como dito anteriormente, foi dimensionado para produção de 200 kWh/mês, com custo de disponibilidade de 50 kWh/mês, gerando um total a ser produzido efetivo de 150 kWh/mês. O sistema é composto por microinversores, logo tem a capacidade de expansão de produção caso o produtor opte pelo aumento.

Para este trabalho foi realizado orçamento em três empresas para as 30 famílias de uma só vez. Uma empresa foi selecionada e as aquisições e seus custos individuais de cada sistema, de cada família podem ser observados no Tabela 12. O projeto não paga cada componente a empresa, mas sim o total do serviço solicitado juntando a lista de equipamentos e mão de obra. O valor de cada item não é informado, apenas as componentes, suas quantidades e valor final total de todos os insumos.

Tabela 12 – Aquisições e custos do projeto da energia solar

Descrição do sistema		
KIT SOLAR 1,42 kWp – APsystems YC600 – 04 x CANADIAN 355W – Gera 200 kWh/mês		
Item	Quantidade	Unidade
YC600 – Microinversor para 2 módulos	02	Unidades

Painéis Fotovoltaicos Policristalinos ¹ : CANADIAN SOLAR 355Wp – CS3U355P	04	Unidades
Cabos Troncos – YC600	02	Unidades
Terminal End Cap – YC600	01	Unidades
Caixa de Junção AC (plástica)	01	Unidades
Estrutura de Fixação 02 Painéis Solar Group (Telhas Onduladas, Metálicas, Fibrocimento ou Cerâmicas)	02	Unidades
Total dos equipamentos	R\$ 6800,00	Reais
Instalação completa e documentação	R\$ 1.360,00	Reais
Custo total	R\$ 8160,00	Reais

Fonte: https://microinversor.com.br/produto/kit-solar-142-kwp-yc600-04-x-canadian-355w-gera-200-kwh-mes/?adTribesID=e5d169b9e84a5e9e6e6d0ac196ad8256%7Cadtribes%7C2647&utm_source=Google+Shopping&utm_campaign=CDMI&utm_medium=cpc&utm_term=2647&v=9a5a5f39f4c7

ANÁLISE AB – BIODIGESTOR E ENERGIA SOLAR

O custo de aquisição e construção do biodigestor foi orçado em R\$ 3.770,66 e o custo de aquisição e instalação do sistema de energia solar foi orçado em R\$ 8.160,00, chegando a um total de R\$ 11.930,66 para a aplicação das duas tecnologias em um único lote formando o custo de instalação total do Combo Energético Sustentável.

4.2.3.1.5. Planejar o gerenciamento de qualidade, comunicações e riscos

No apêndice B encontra-se um modelo de planejamento da qualidade, comunicação e dos riscos a serem seguidos neste projeto, tanto para o biodigestor quanto para a energia solar e também para a pré-construção. Este modelo foi montado através de métodos de alguns artigos científicos como observado nas fontes e também por opinião de especialistas.

4.2.3.1.6. Planejar a integração do projeto e engajamento das partes interessadas

A integração está presente no planejamento do projeto para unir todas as áreas de conhecimento planejadas e criar o plano de projeto. O trabalho eficiente, integrado, documentado e bem comunicado entre a equipe do assentamento, as famílias participantes, o gerente de projetos, os especialistas na construção do biodigestor, a empresa contratada para a implantação da energia solar, responsáveis pelo Pronaf Eco e o Governo Federal, podem gerar um projeto bem estruturado e com grande êxito de execução e funcionamento.

O líder do assentamento tem um papel fundamental nesta integração e no tratamento dos relacionamentos, visto que ele já lida com os relacionamentos entre os assentados a muitos

¹ Os valores foram tomados como referência do site: https://www.google.com/search?q=kit+solar+200+kwh+mes&sxsrf=ALeKk03JKI7kAdIyOzVn85fEeIkAuda6ZQ:1605791566438&source=lnms&tbm=shop&sa=X&ved=2ahUKEwiIiJrf147tAhU7IbkGHXXvBGcQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=657#spd=14441741485386686065

anos, e possui um conhecimento intelectual interessante para tal função. O conhecimento do gestor do projeto deve criar uma linha de base para esta integração, baseado em dados quantitativos e qualitativos eficientes, principalmente de custos e viabilidade.

4.2.3.1.7. Análise de viabilidade econômica e financeira

Para a análise de viabilidade foram consideradas duas análises: análise A para o biodigestor e a análise B para o sistema de energia solar. Dentro das análises A e B, foram feitas divisões em 3 cenários:

- a) O cenário 1 apresenta o cálculo da viabilidade econômica e financeira sem a presença da produção de créditos de carbono, e as tecnologias sendo totalmente financiadas pelos assentados.
- b) O cenário 2 apresenta o cálculo da viabilidade econômica e financeira com a produção de créditos de carbono. Neste cenário os assentados arcam com os custos de transição do MDL (Certificado para ser produtor de créditos) e com os custos de manutenção para a produção dos créditos de carbono.
- c) O cenário 3 apresenta o cálculo da viabilidade econômica e financeira com a produção de créditos de carbono. Neste cenário o governo arca com os custos de transição do MDL (Certificado para ser produtor de créditos) como subsídio e os assentados arcam com os custos de manutenção para a produção dos créditos de carbono.

ANÁLISE A – BIODIGESTOR

Para a análise de viabilidade econômica e financeira do biodigestor é necessário realizar a verificação da produtividade de três possibilidades de receitas geradas por esta tecnologia: produção de biogás como substituição do gás de cozinha, produção de créditos de carbono e produção de biofertilizante.

Para o cálculo da receita anual gerada pelo biogás como substituição do gás de cozinha, muitas variáveis são consideradas até se chegar ao resultado concreto. A Tabela 13, apresenta as principais variáveis envolvidas no cálculo da receita anual do biogás e seus respectivos valores. É importante entender que o metano representa 60% do volume do biogás e é o único gás que tem o papel de combustível na mistura. Sendo assim, em certo momento na Tabela 13 passou-se a chamar o biogás de metano, considerando sua porcentagem presente na mistura.

Tabela 13: Variáveis envolvidas no cálculo da receita anual gerada pelo biogás como substituição do gás de cozinha

Variável de análise	Valor	Unidade
Quantidade de dejetos bovinos	37,5	kg/dia
Quantidade de dejetos suínos	8,4	kg/dia
Quantidade de dejetos total por dia	45,9	kg/dia
Quantidade de vacas no curral	10	Bovinos adultos
Tempo de Permanência no curral por dia	6	horas/dia
Quantidade de porcos confinados	3	Suínos (90 kg)
Volume de água para misturar ao dejetos por dia	45,9	Litros/dia
Volume da mistura depositada por dia	91,8	L
Produção de biogás de bovinos m ³ /dia	0,9	m ³ /dia
Produção de biogás suíno total m ³ /dia	0,72	m ³ /dia
Produção de biogás total m ³ /dia	1,62	m ³ /dia
Produção de biogás m ³ /ano	591,3	m ³ /ano
Densidade Biogás	0,97	kg/m ³
Produção de Biogás em kg	1,5714	kg/dia
Densidade do Metano	0,6439	kg/m ³
Massa Metano por ano (60% do biogás)	228,442842	kg/ano
Produção de Metano por mês	19,0369035	kg/mês
Quantidade de Metano em botijões por mês	1,46	Botijões/mês
Valor do botijão	75	Reais
Produtividade por mês	R\$ 109,83	Reais
Economia por ano	R\$ 1.317,94	Reais

Fonte: Autoria própria (2020)

De acordo com as cartilhas técnicas propostas por Diaconia (2012) e Mattos e Farias (2011), comparadas com os valores de produtividade de dejetos por animal e a produtividade de biogás a partir de cada tipo de dejetos proposto por Oliveira (1993), chegou-se a um valor bem próximo sobre a necessidade de dejetos e de animais para que o sistema seja abastecido de uma forma que produza a quantidade desejada de biogás por família por mês.

A maioria dos lotes do assentamento Celso Lúcio Moreira da Silva possuem bovinos de leite e corte, aves e suínos. Desta forma o modelo aqui proposto é para atender os moradores do assentamento em questão. O modelo requer a presença de 10 bovinos adultos que devem permanecer no curral durante 6 horas no período noturno, e 3 suínos com um peso de 90kg que devem ser totalmente confinados. Os cálculos referentes as variáveis envolvidas na receita anual gerada pelo biogás como substituição do gás de cozinha podem ser observadas com detalhes no Apêndice C. É importante deixar claro que o biodigestor proposto neste trabalho possui uma capacidade de aumentar a produção de biogás em até 85% da capacidade calculada na tabela 13, caso as famílias necessitem para abastecer o consumo próprio ou começar a processar alimentos para a venda.

Outra receita que pode ser gerada pelo biogás é a produção de créditos de carbono que também está relacionada com o volume de biogás produzido no sistema. Como observado na seção 2.2.6, para que os assentados tenham o credenciamento emitido pela ONU (Transição do MDL), são necessárias algumas etapas, e estas etapas apresentam um custo específico. Este trabalho propões três análises de cenários diferentes para se chegar a resposta se é viável ou não a produção dos créditos de carbono.

O custo de certificação perante a ONU para o assentamento foi orçado por duas empresas do setor de credenciamento, e seria em torno de R\$ 300.000,00 para as duas tecnologias. Além do custo de certificação, o fato de ser produtor de créditos de carbono gera alguns custos e despesas anuais. Para o cálculo do volume de gás carbônico sequestrado, produzido por cada biodigestor são necessárias várias análises, de várias variáveis que podem ser observadas na Tabela 14.

Tabela 14: Variáveis envolvidas no cálculo da receita anual gerada pelo crédito de carbono

Variável de análise	Valor	Unidade
Produção de biogás m ³ /ano	591,3	m ³ /ano
Densidade do metano	0,6439	kg/m ³
Volume de Metano em m ³ /ano (60%)	354,78	m ³ /ano

Massa de Metano em kg/ano	228,44	kg/ano
Densidade do Óxido Nitroso	1,773	kg/m ³
Volume de Óxido nitroso em m ³ /ano(14%)	82,782	m ³ /ano
Massa de Óxido nitroso em kg/ano	146,772486	kg/ano
Redução do efeito estufa do metano	25	Veze
Redução do efeito estufa do óxido nitroso	320	Veze
Transformando de metano para CO ₂	5711,07105	kg CO ₂
Transformando de oxido nitroso para CO ₂	46967,19552	kg CO ₂
Total de CO ₂ não poluente por ano	52678,26657	kg CO ₂
Tonelada de CO ₂ não poluente por ano	52,67826657	t CO ₂
Valor da tonelada do crédito de carbono	6	R\$/t
Valor de crédito de carbono gerado em 1 ano	R\$ 316,07	R\$

Fonte: Autoria própria (2020)

Quadros (2015), utiliza uma metodologia de cálculo muito interessante para o dimensionamento do volume de carbono que pode se transformar em crédito de carbono. E é esta metodologia que este trabalho está adotando para o cálculo do valor financeiro que o biodigestor pode gerar. O passo a passo dos resultados da Tabela 14 podem ser observados no Apêndice D, no qual se chegou ao resultado da receita gerada pelo crédito de carbono por ano de um único biodigestor.

A Tabela 15 apresenta a análise do cálculo da receita gerada pelo biofertilizante produzido pelo modelo de biodigestor proposto.

Tabela 15: Análise do cálculo da receita gerada pelo biofertilizante

Variável de análise	Valor	Unidade
Concentração de nitrogênio do biofertilizante suíno	13,96488889	g/L
Concentração de potássio do biofertilizante suíno	1,832444444	g/L
Concentração de fosforo do biofertilizante suíno	15,08748148	g/L

Concentração de nitrogênio do biofertilizante bovino	0,496262963	g/L
Concentração de potássio do biofertilizante bovino	1,052222222	g/L
Concentração de fosforo do biofertilizante bovino	0,495588889	g/L
Preço do nitrogênio no mercado	2,8	R\$/kg
Preço do potássio no mercado	2,1	R\$/kg
Preço do fosforo no mercado	2,7	R\$/kg
Litro de dejetos com água por dia	91,8	Litros
Quantidade litros no reservatório	6800	Litros
Tempo de biodigestão	74,07407407	Dias
Rendimento do biofertilizante	82%	Porcentagem
Litros de biofertilizante suíno por dia	13,776	Litros
Litros de biofertilizante bovino por dia	61,5	Litros
Litros de biofertilizante suíno por ano	5028,24	
Litros de biofertilizante bovino por ano	22447,5	Litros
Kg de nitrogênio do biofertilizante suíno por ano	0,192380309	kg/ano
Kg de potássio biofertilizante suíno por ano	0,025243755	kg/ano
Kg de fósforo biofertilizante suíno por ano	0,207845145	kg/ano
Kg de nitrogênio biofertilizante bovino suíno por ano	11,13986286	kg/ano
Kg de potássio biofertilizante bovino por ano	23,61975833	kg/ano
Kg de fósforo biofertilizante bovino por ano	11,12473158	kg/ano
Valor econômico de nitrogênio por ano	31,73028088	R\$/ano
Valor econômico de potássio por ano	50,0379673	R\$/ano
Valor econômico de fósforo por ano	30,59795717	R\$/ano

Valor financeiro do biogás		R\$ 1.317,94	R\$ 1.374,74	R\$ 1.433,99	R\$ 1.495,80	R\$ 1.560,27	R\$ 1.627,52
Valor financeiro do biofertilizante		R\$ 112,37	R\$ 117,21	R\$ 122,26	R\$ 127,53	R\$ 133,03	R\$ 138,76
Valor financeiro do crédito de carbono							
Custo do credenciamento do carbono							
Alimentação dos bovinos)		-R\$ 300,00	-R\$ 312,93	-R\$ 326,42	-R\$ 340,49	-R\$ 355,16	-R\$ 370,47
Manutenção e rateio da caixa d'água		-R\$ 346,75	-R\$ 361,69	-R\$ 377,28	-R\$ 393,54	-R\$ 410,50	-R\$ 428,20
Receita total		R\$ 1.430,31	R\$ 1.491,95	R\$ 1.556,25	R\$ 1.623,33	R\$ 1.693,30	R\$ 1.766,28
Custos e despesas total		-R\$ 646,75	-R\$ 674,62	-R\$ 703,70	-R\$ 734,03	-R\$ 765,66	-R\$ 798,66
Lucro líquido	-R\$ 3.770,66	R\$ 783,56	R\$ 817,33	R\$ 852,56	R\$ 889,30	R\$ 927,63	R\$ 967,61

Fonte: Autoria própria (2020)

Para a construção do fluxo de caixa do cenário 1 foram considerados os valores das seguintes receitas geradas pelo biodigestor: biogás para cocção e biofertilizante. Para a variação de preços das receitas no decorrer dos anos, foi considerado o índice de inflação de ano de 2019 no valor de 4,31%².

Os custos e despesas calculados foram: custo com alimentação (cana de açúcar) para manter os bovinos confinados durante 6 horas por dia, custo de 2% de manutenção sobre o valor do investimento inicial mais o rateio do valor da caixa d'água. O rateio da caixa d'água foi feito dividindo o valor da caixa de R\$ 1.356,67 durante 5 anos que é o seu período de vida útil, os outros itens possuem vida útil de 10 anos, por isso não foram rateados.

Os custos de despesas também sofreram influência anual sobre o valor da inflação calculada pelo IPCA (2020), no valor de 4,31% anual. O lucro líquido foi calculado subtraindo a receita total do custo total, e todos os 5 fluxos de caixa gerados foram positivos.

² Essas informações estão disponíveis no site: <https://www.dicionariofinanceiro.com/ipca/>.

Alimentação dos bovinos)		-R\$ 300,00	-R\$ 312,93	-R\$ 326,42	-R\$ 340,49	-R\$ 355,16	-R\$ 370,47
Manutenção e rateio da caixa d'água		-R\$ 346,75	-R\$ 361,69	-R\$ 377,28	-R\$ 393,54	-R\$ 410,50	-R\$ 428,20
Receita total		R\$ 1.746,38	R\$ 1.808,02	R\$ 1.872,32	R\$ 1.939,40	R\$ 2.009,36	R\$ 2.082,35
Custos e despesas total		-R\$ 863,41	-R\$ 891,29	-R\$ 920,36	-R\$ 950,69	-R\$ 982,33	-R\$ 1.015,33
Lucro líquido	-R\$ 8.770,66	R\$ 882,96	R\$ 916,73	R\$ 951,96	R\$ 988,71	R\$ 1.027,03	R\$ 1.067,02

Fonte: Autoria própria (2020)

O custo pesquisado sobre a transição do MDL para o projeto do biodigestor e da energia solar foi de R\$ 300.000,00. Esse valor foi dividido por 30 famílias e dividido entre as duas tecnologias chegando a um total de R\$ 5.000,00 de investimento por família por biodigestor, que devem ser somados junto ao investimento da construção do biodigestor. O custo de manutenção anual do credenciamento do crédito de carbono para a tecnologia do biodigestor é de R\$ 6500, dividido por 30 famílias. Não foram incorridos inflação nos valores das variáveis envolvidas no crédito de carbono

A análise de viabilidade econômica e financeira também foi realizada e os resultados são vistos na Tabela 19.

Tabela 19: Análise de investimento com a produção dos créditos de carbono, com a transição do MDL custeada pelos próprios assentados

Variável de análise	Valor
Cálculo do VPL	-R\$ 4.186,23
TIR	-10%
<i>Payback</i> descontado	Maior que 10 anos

Fonte: Autoria própria (2020)

O VPL encontrado é negativo, o que significa que o projeto é inviável, a TIR calculada foi inferior a taxa de 7,11%, logo o projeto não deve ser executado e por fim o *Payback* Descontado foi maior que o tempo de depreciação do projeto, ou seja, o projeto não se paga.

ANÁLISE A – BIODIGESTOR – CENÁRIO 3

Para o cenário 3 do biodigestor foram feitos os mesmos cálculos do cenário 2 considerando a influência de receita do crédito de carbono com a transição do MDL custeada pelo governo como incentivo e os custos da produção dos créditos de carbono custeado pelos

assentados. A Tabela 20 apresenta o fluxo de caixa com a computação dos créditos de carbono no cenário 3.

Tabela 20: Fluxo de caixa do cenário 3

Fluxo de caixa							
Ano	0	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Investimento	-R\$ 3.770,66	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Valor financeiro do biogás		R\$ 1.317,94	R\$ 1.374,74	R\$ 1.433,99	R\$ 1.495,80	R\$ 1.560,27	R\$ 1.627,52
Valor financeiro do biofertilizante		R\$ 112,37	R\$ 117,21	R\$ 122,26	R\$ 127,53	R\$ 133,03	R\$ 138,76
Valor financeiro do crédito de carbono		R\$ 316,07	R\$ 316,07	R\$ 316,07	R\$ 316,07	R\$ 316,07	R\$ 316,07
Custo do credenciamento do carbono		-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67
Alimentação dos bovinos)		-R\$ 300,00	-R\$ 312,93	-R\$ 326,42	-R\$ 340,49	-R\$ 355,16	-R\$ 370,47
Manutenção e rateio da caixa d'água		-R\$ 346,75	-R\$ 361,69	-R\$ 377,28	-R\$ 393,54	-R\$ 410,50	-R\$ 428,20
Receita total		R\$ 1.746,38	R\$ 1.808,02	R\$ 1.872,32	R\$ 1.939,40	R\$ 2.009,36	R\$ 2.082,35
Custos e despesas total		-R\$ 863,41	-R\$ 891,29	-R\$ 920,36	-R\$ 950,69	-R\$ 982,33	-R\$ 1.015,33
Lucro líquido	-R\$ 3.770,66	R\$ 882,96	R\$ 916,73	R\$ 951,96	R\$ 988,71	R\$ 1.027,03	R\$ 1.067,02

Fonte: Autoria própria (2020)

O custo pesquisado sobre a transição do MDL para o projeto do biodigestor e da energia solar foi de R\$ 300.000,00. Esse valor dividido por 30 famílias e dividido entre as duas tecnologias chega a um total de R\$ 5.000,00 de investimento por família por biodigestor, que para este cenário deve ser considerado como subsídio do governo. O custo de manutenção anual do credenciamento do crédito de carbono é de R\$ 6500, dividido por 30 famílias e devem ser arcados pelas famílias. Não foram incorridos inflação nos valores das variáveis envolvidas no crédito de carbono. A análise de viabilidade econômica e financeira também foi realizada e os resultados são vistos na Tabela 21.

Tabela 21: Análise de investimento com a produção dos créditos de carbono, com a transição do MDL subsidiada pelo governo

Variável de análise	Valor
Cálculo do VPL	R\$ 813,77
TIR	14%
<i>Payback</i> descontado	4,852926722

Fonte: Autoria própria (2020)

O VPL encontrado é positivo, o que significa que o projeto é viável, a TIR calculada foi superior a taxa de 7,11%, logo o projeto pode ser executado e por fim o *Payback* Descontado foi de aproximadamente 4,85 anos, em um projeto que deprecia em 10 anos.

ANÁLISE A – RESUMO

O cenário 1 se mostrou viável economicamente, já o cenário 2 se apresentou como um péssimo investimento. O cenário 3 se mostrou viável economicamente e superior em ganhos se comparado ao cenário 1, mas vale ressaltar que houve um alto subsídio do governo, maior até que o investimento no biodigestor.

Ou seja, no cenário 3 os R\$ 5.000,00 de transição do MDL foram considerados como sendo subsídio do governo, e os resultados não se mostraram tão superiores ao cenário 1 que não considera a produção dos créditos de carbono. Isso quer dizer que se o governo ao invés de bancar o MDL neste cenário e doasse esse dinheiro aos moradores, seria mais economicamente viável.

ANÁLISE B – ENERGIA SOLAR

Esta análise de viabilidade econômica e financeira também foi feita para apenas o sistema aplicado a um único lote. Algumas variáveis levantadas são essenciais e devem ser analisadas no cálculo referente ao sistema solar, e estas variáveis e seus valores podem ser observadas na Tabela 22.

Tabela 22: Cálculo das variáveis envolvidas na viabilidade da energia solar do sistema padrão

Linha	Variável de análise	Valor	Unidade
1	Degradação anual do painel	1,0	%/ano
2	Reajuste da tarifa	6,98%	%/ano
3	Inflação anual (IPCA)	4,31%	%/ano
4	Preço da tonelada de carbono	R\$ 6,00	R\$/ton
5	Produção de crédito de carbono	1013	ton/ano

6	Produção de energia mensal produzida pelo sistema	200	kWh/mês
7	Custo de disponibilidade	50	kWh/mês
8	Produção efetiva de energia mensal	150	kWh/mês
9	Meses do ano	12	Meses
10	Produção de energia anual	1800	kWh/ano
11	Porcentagem da atuação da bandeira verde anual	36,11%	%
12	Porcentagem da atuação da bandeira amarela anual	25,00%	%
13	Porcentagem da atuação da bandeira vermelha 1 anual	19,44%	%
14	Porcentagem da atuação da bandeira vermelha 2 anual	19,44%	%
15	Valor da bandeira verde	R\$ 0,53	R\$/kWh
16	Valor da bandeira amarela	R\$ 0,54	R\$/kWh
17	Valor da bandeira vermelha 1	R\$ 0,57	R\$/kWh
18	Valor da bandeira vermelha 2	R\$ 0,59	R\$/kWh
19	Consumo sobre a tarifa verde anual	649,98	kWh/ano
20	Consumo sobre a tarifa amarela anual	450	kWh/ano
21	Consumo sobre a tarifa vermelha 1 anual	349,92	kWh/ano
22	Consumo sobre a tarifa vermelha 2 anual	349,92	kWh/ano
23	Valor sobre a tarifa verde anual	R\$ 343,57	R\$/ano

24	Valor sobre a tarifa amarela anual	R\$ 243,90	R\$/ano
25	Valor sobre a tarifa vermelha 1 anual	R\$ 199,52	R\$/ano
26	Valor sobre a tarifa vermelha 2 anual	R\$ 206,80	R\$/ano
27	Valor total da fatura anual em 2020	R\$ 993,79	R\$/ano
28	Taxa de atratividade	7,11%	%/ano

Fonte: Autoria própria (2020)

Para o cálculo da economia de energia é preciso saber a capacidade de geração do sistema, que por informações técnicas do fabricante e da empresa contratadas é de 200 kWh/mês. Porém existe um custo empregado pela Cemig que é o custo de disponibilidade, na qual a propriedade geradora paga uma taxa estabelecida pela Cemig para que possa estar ligada a rede, esse valor de custo varia se o sistema é monofásico, bifásico ou trifásico. O assentamento Celso Lúcio Moreira da Silva não possui rede elétrica regularizada, deste modo considerou-se o sistema como sistema bifásico, logo o custo de disponibilidade é de 50 kWh/mês. Portanto o cálculo da produtividade efetiva de energia mensal é de (Linha 8 da tabela 22):

Produtividade efetiva de energia mensal = produtividade total – 50 kWh/mês

Produtividade efetiva de energia mensal = 200 – 50

Produtividade efetiva de energia mensal = 150 kWh/mês

Multiplicando a produtividade efetiva de energia mensal por 12 meses tem-se a produtividade efetiva anual no valor de 1800 kWh/ano (Linha 10 da tabela 22). Para saber o valor anual a ser economizado de energia deve-se levar em consideração o valor do preço do kWh atual rural normal de acordo com a Cemig (2020), disponível no APÊNDICE G (linhas 15, 16, 17 e 18 da Tabela 22), além da influência das bandeiras tarifárias sobre o valor do kWh. Para o cálculo da influência das bandeiras foi feito uma média da ocorrência de cada uma delas nos últimos 3 anos de acordo com dados extraídos pela CEMIG (2020), e com os cálculos do APÊNDICE H (linhas 11, 12, 13 e 14 da Tabela 22). Com estes cálculos chega-se ao valor total anual economizado em 2020 que é de R\$ 993,79

Devido aos cálculos foi possível estruturar o fluxo de caixa para os próximos 10 anos de projeto. Lembrando que o tempo de vida útil do projeto é de 25 anos e a troca do inversor deve ser feita de 10 em 10 anos.

ANÁLISE B – ENERGIA SOLAR – CENÁRIO 1

O fluxo de caixa pode ser observado na Tabela 23. Nesta tabela a análise é dita como cenário 1, em que a produção de créditos de carbono não é computada.

Tabela 23: Fluxo do cenário 1 sem a produção de créditos de carbono

Fluxo de caixa											
Ano	0	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Investimento	-R\$ 8.160,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Economia de energia		R\$ 993,79	R\$ 1.052,51	R\$ 1.114,71	R\$ 1.180,58	R\$ 1.250,35	R\$ 1.324,23	R\$ 1.402,49	R\$ 1.485,37	R\$ 1.573,14	R\$ 1.666,10
Manutenção		-R\$ 40,80	-R\$ 43,65	-R\$ 46,69	-R\$ 49,95	-R\$ 53,44	-R\$ 57,17	-R\$ 61,16	-R\$ 65,43	-R\$ 69,99	-R\$ 74,88
Valor produzido pelo crédito de carbono											
Custo de fiscalização do credenciamento do crédito de carbono											
Lucro líquido	-R\$ 8.160,00	R\$ 952,99	R\$ 1.008,87	R\$ 1.068,02	R\$ 1.130,63	R\$ 1.196,91	R\$ 1.267,07	R\$ 1.341,33	R\$ 1.419,94	R\$ 1.503,15	R\$ 1.591,22

Fonte: Autoria própria (2020)

No decorrer dos anos foi considerado um reajuste de 6,98% no valor da tarifa. Este reajuste foi calculado fazendo a média aritmética simples dos valores dos últimos reajustes de acordo com a Cemig (2020) no APÊNDICE F. De acordo com Holdermann, Kissel e Beigel (2014), os painéis solares apresentam uma perda de produtividade de energia equivalente a 1% anual, esta perda também foi considerada.

De acordo com Holdermann, Kissel e Beigel (2014), o custo de manutenção de um sistema fotovoltaico gira em torno de 0,5% anual sobre o valor do investimento inicial, este

mento do crédito de carbono											
Lucro líquido	-R\$ 13.160 ,00	R\$ 926, 07	R\$ 980, 20	R\$ 1.03 7,48	R\$ 1.09 8,10	R\$ 1.162, 24	R\$ 1.23 0,11	R\$ 1.30 1,93	R\$ 1.3 77, 93	R\$ 1.4 58, 34	R\$ 1.543 ,42

Fonte: Aatoria própria (2020)

O sistema do cenário 2 é o mesmo sistema do cenário 1, acrescido da produtividade dos créditos de carbono. O custo de transição do MDL para cada lote do sistema solar também é de R\$5000,00 por família. De acordo com a simulação feita pela empresa contratada, se o projeto for instalado nos 30 lotes do assentamento uma quantidade de 30.390 toneladas anual seriam produzidas em créditos de carbono. Dividindo este valor por 30 lotes, tem-se a produção de 1.013 toneladas de carbono produzidas anualmente por cada lote devido ao uso de energia solar. Considerando um valor de 6 reais por tonelada de carbono tem-se um valor de R\$ 6,08 reais em crédito de carbono gerados por ano por lote. Juntamente com a receita do crédito de carbono tem-se o custo da manutenção anual do credenciamento do crédito que gira em torno de R\$ 6500, dividido por 30 famílias e devem ser arcados pelas famílias.

Subtraindo as receitas dos custos e despesas, chegou-se ao valor do lucro líquido anual e assim foi possível fazer a análise da viabilidade do projeto considerando a receita gerada pelo sistema com crédito de carbono sem subsídio do governo. Através da Tabela 26, percebe-se que o VPL é negativo, logo o projeto é inviável, a TIR é menor que o custo capital, logo o projeto não tem atratividade e o *payback* descontado foi de 19,55 anos em um projeto de durabilidade de 25 anos, logo o projeto é inviável.

Tabela 26: Análise de investimento da energia solar com a computação dos créditos de carbono e todos os custos custeados pelos assentados

Variável de análise	Valor
Cálculo do VPL	-R\$ 6.418,65
TIR	-4%
Payback descontado	19,55746218

Fonte: Aatoria própria (2020)

ANÁLISE B – ENERGIA SOLAR – CENÁRIO 3

O fluxo de caixa do cenário 3 pode ser observado na Tabela 27. Nesta tabela a análise foi feita considerando o custo de transição do MDL como subsídio do governo e os custos de manutenção da produção de créditos de carbono sendo custeada pelos assentados.

Tabela 27: Fluxo do cenário 2 com produção de créditos com o governo subsidiando a transição do MDL e os assentados custeando os custos anuais do credenciamento

Fluxo de caixa											
Ano	0	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Investimento	-R\$ 8.160,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Economia de energia		R\$ 993,79	R\$ 1.052,51	R\$ 1.114,71	R\$ 1.180,58	R\$ 1.250,35	R\$ 1.324,23	R\$ 1.402,49	R\$ 1.485,37	R\$ 1.573,14	R\$ 1.666,10
Manutenção		-R\$ 40,80	-R\$ 43,65	-R\$ 46,69	-R\$ 49,95	-R\$ 53,44	-R\$ 57,17	-R\$ 61,16	-R\$ 65,43	-R\$ 69,99	-R\$ 74,88
Valor produzido pelo crédito de carbono		R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08	R\$ 6,08
Custo de fiscalização do credenciamento do crédito de carbono		-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67	-R\$ 216,67
Lucro líquido	-R\$ 8.160,00	R\$ 742,40	R\$ 798,28	R\$ 857,43	R\$ 920,04	R\$ 986,32	R\$ 1.056,48	R\$ 1.130,74	R\$ 1.209,35	R\$ 1.292,56	R\$ 1.380,64

Fonte: Autoria própria (2020)

O sistema do cenário 3 é o mesmo sistema do cenário 1, acrescido da produtividade dos créditos de carbono. O custo de transição do MDL para cada lote do sistema solar também é de R\$5000,00 por família e foi custeado pelo governo como subsídio.

Subtraindo as receitas dos custos e despesas, chegou-se ao valor do lucro líquido anual e assim foi possível fazer a análise da viabilidade do projeto considerando a receita gerada pelo sistema com crédito de carbono com o subsídio do governo. Através da Tabela 28, percebe-se que o VPL é negativo, logo o projeto é inviável, a TIR é menor que o custo capital, logo o projeto não tem atratividade e o *payback* descontado foi de 11,70 anos em um projeto de durabilidade de 25 anos.

Tabela 28: Análise de investimento da energia solar com a computação dos créditos de carbono e transição do MDL subsidiada pelo governo

Variável de análise	Valor
Cálculo do VPL	-R\$ 1.186,53
TIR	4%
Payback descontado	11,70804537

Fonte: Autoria própria (2020)

ANÁLISE B – RESUMO

Na análise da energia solar, o custo anual de credenciamento do crédito é muito alto, e a produção de toneladas de carbono anual muito baixa, o que gerou inviabilidade no cenário 2 e 3. Já o cenário 1 se mostrou viável economicamente, tornando a energia solar uma boa opção de tecnologia limpa a ser aplicada em assentamentos rurais sem a produção de créditos de carbono

ANÁLISE AB – RESUMO

Devido a todas as análises feitas, a melhor combinação de cenários seria o cenário 1-1 para o biodigestor e para a energia solar. As análises mostraram que produzir créditos de carbono não é algo interessante para estas tecnologias dimensionadas, e ainda existe o risco de não se conseguir vender os créditos no mercado do carbono. Mesmo o cenário 3 do biodigestor sendo mais viável com o cenário 1 do mesmo, o cenário 3 para a energia solar não é viável e este trabalho optou por combinar os cenários apenas de mesmos números (1-1, 2-2, 3-3)

4.2.3.1.8. Análise ambiental da proposta: Redução da emissão de carbono na atmosfera

O assentamento Celso Lúcio Moreira Da Silva está em transição para uma produção 100% agroecológica, logo a impulsão da produção através de tecnologias limpas engaja muito bem com esta nova cultura que está sendo implementada nesta organização. Devido aos cálculos anteriores a instalação destas tecnologias citadas, reduziram a emissão de aproximadamente 1.604 toneladas de carbono anual na atmosfera caso fossem realmente aplicadas

4.2.3.1.9. Escolha do instrumento formal para que a proposta saia do papel futuramente

O projeto de ação de política pública denominado Combo Energético Sustentável é proposto neste trabalho como um braço do Pronaf Eco, que busca financiar projetos sustentáveis. Esta pesquisa acredita que deve ser normatizado que o assentamento rural contrate um gestor de projetos rurais para a formalização do projeto, desta forma o documento que

poderia garantir o financiamento seria um projeto bem estruturado e assinado por um profissional capaz de guiar a execução da proposta.

Para a aprovação da proposta deve haver a comprovação que as famílias inscritas no projeto tenham condições de receber o financiamento e quitá-lo. Esta análise fica primeiro responsável pela equipe de projeto do assentamento e depois ao Pronaf Eco juntamente com o banco responsável. Os passos para a formalização do projeto podem ser feitos assim como os propostos neste trabalho: montar uma equipe do próprio assentamento, contratação de um gestor de projetos rurais, selecionar as famílias, montar o planejamento do projeto para a localidade, apresentar o projeto a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) da cidade, contatar a Unidade Técnica Estadual ou o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, fechar o acordo com o banco responsável e colocar o projeto na prática.

5. CONCLUSÃO

Através do levantamento dos problemas presentes nos assentamentos rurais do Brasil foi possível verificar a necessidade da criação de projetos vinculados as políticas públicas direcionadas a impulsionar a renda dos assentados, visando a melhoria na qualidade de vida dos produtores diminuindo seus custos de sobrevivência e produção.

Através dos dados analisados por pesquisa documental do projeto “Apoio a continuidade do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica da Universidade Federal de Uberlândia”, pode-se perceber que o assentamento rural Celso Lúcio Moreira Da Silva convive com alguns problemas como: Baixa renda gerada no lote, a saída dos jovens para os centros urbanos é uma realidade, alto gasto com gás de cozinha, alta utilização da lenha para cozinhar o que pode gerar problemas respiratórios e alto gasto de tempo na cocção de alimentos e o gasto de energia elétrica mesmo ainda não sendo regularizada, pode pesar muito no orçamento das famílias a partir da regularização da rede.

A proposta do Combo Energético Sustentável foi planejada com o intuito de resolver estes problemas presentes no assentamento e também para ser um modelo de aplicação de projeto real nos assentamentos de reforma agrária do Brasil. Para que a proposta fosse analisada utilizou-se a aliança da abordagem de gestão de projetos estabelecida pelo Guia PMBOK (2017), com a proposta de elaboração de políticas públicas proposta por Secchi (2010). O resultado desta aliança foi um projeto bem detalhado com todas as áreas de conhecimento em projetos bem estruturadas, para que caso venha ser aplicado, aja êxito na construção real.

O custo de aquisição e construção do biodigestor foi orçado em R\$ 3.770,66 e o custo de aquisição e instalação do sistema de energia solar foi orçado em R\$ 8.160,00, chegando a

um total de R\$ 11.930,66 para a aplicação das duas tecnologias em um único lote. O projeto do Combo Energético Sustentável apresentou viabilidade ambiental com a redução da emissão de carbono na atmosfera em 1.604 toneladas por ano. Isso se mostrou extremamente engajado com as práticas do assentamento estudado, pois os moradores priorizam as práticas agroecológicas de produção.

Um dos temas mais importantes em gestão de projetos é a análise de viabilidade econômica e financeira. Este trabalho realizou essa análise em 3 cenários distintos. No cenário 1 tanto o biodigestor quanto a energia solar foram simulados com financiamento próprio dos assentados e não houve a atividade de geração de créditos de carbono. Neste cenário o projeto se mostrou viável economicamente e ambientalmente com alto potencial de melhorar a qualidade de vida dos moradores.

No cenário 2 considerou-se a produção de créditos de carbono. Além dos investimentos das tecnologias, os custos de transição do MDL e os custos de produção anual dos créditos de carbono também foram considerados como sendo custeados pelos assentados. Este foi o pior cenário e o projeto não apresentou viabilidade econômica e financeira.

No cenário 3 considerou-se a produção de créditos de carbono. Os custos de transição do MDL foram considerados como subsídios do governo e os custos de produção anual dos créditos de carbono foram considerados como sendo custeados pelos assentados. Este cenário apresentou viabilidade para o biodigestor, no entanto seria mais viável que o governo doasse o subsídio em forma de dinheiro direto aos assentados do que investir no projeto MDL para o biodigestor. A energia solar não apresentou viabilidade econômica e financeira no cenário 3, logo seria mais interessante o governo subsidiar de forma financeira direta aos assentados do que investir neste projeto de MDL para a energia solar.

Além da produção de créditos de carbono não ser viável economicamente existe o risco de não se conseguir comercializar esses créditos no mercado de ações do carbono. Ou seja, é um risco muito grande e não viável se produzir créditos de carbono no projeto Combo Energético Sustentável no cenário atual.

Diante dos cenários analisados o cenário que apresentou viabilidade econômica e financeira foi o cenário 1-1 para ambas as tecnologias, e este apresentou um alto potencial de diminuir os custos de produção e de subsistência do assentamento estudado. Além de ser viável, ambos os sistemas são expansivos, ou seja, é possível aumentar a produção de biogás, biofertilizante e energia elétrica caso os moradores necessitem ou queiram investir mais em suas produções, o que pode ser um incentivo para se produzir mais, aumentar a renda e

impulsionar a produção de alimentos processados para a venda, podendo gerar assim uma melhor qualidade de vida.

6. PROPOSTAS DE CONTINUIDADE DA PESQUISA

É meta do autor desta pesquisa a continuidade dos estudos do projeto do Combo Energético Sustentável. Como continuidade se faz a proposta de aumentar o número de tecnologias sustentáveis no projeto como o mourão vivo, carneiro hidráulico e roda d'água, e também abranger o planejamento da aplicação para todos os assentamentos rurais de Uberlândia-MG, buscando informações através da observação nos assentamentos e coleta de dados primários.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL]. Resolução Normativa Nº 687, DE 17 DE ABRIL DE 2012 – RN687/15. 2015.
- Albuquerque, F. J. B., Coelho, J. A. P. M., Vasconcelos, T. C. (2004). As políticas públicas e os projetos de assentamento. *Estudos de psicologia*, v. 9, n. 1, p. 81-88. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2004000100010>. Acesso em: 13 fev. 2020.
- Alvarenga, A. C., Ferreira, V. H., Fortes, M. Z. (2014). Energia solar fotovoltaica: uma aplicação na irrigação da agricultura familiar. *Sinergia, São Paulo*, v. 15, n. 4, p. 311-318, 2014.
- ANJOS, Flávio Sacco dos et al. Agricultura familiar e políticas públicas: impacto do PRONAF no Rio Grande do Sul. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, n. 3, p. 529-548, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032004000300007>
- Barbosa, H. C. (2019). Eficiência nutricional de diferentes biofertilizantes produzidos a partir de resíduos da Agricultura Familiar no desenvolvimento da pimenta de cheiro. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá-AM, 2019. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7381>. Acesso em: 13 abr. 2020.
- Belik, W. (2014). A heterogeneidade e suas implicações para as políticas públicas no rural brasileiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Piracicaba/SP, v. 53, n. 1, p. 9-30, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005301001>. Acesso em: 02 mai. 2020.
- Berchin, I. I., Nunes, N. A., Amorim, W. S., Zimmer, G. A., Silva, F. R., Fornasari, V. H., ... Andrade, J. B. S. O. (2019). The contributions of public policies for strengthening family farming and increasing food security: The case of Brazil. *Land use policy*, 82, 573-584. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026483771831617X>. Acesso em: 12 mar. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.043>
- Bittencourt, L. N., Oliveira, M. C. A. (2018). Modelos de formação de agenda na análise de políticas públicas aplicados à cultura: o caso do projeto de reestruturação do acervo da Pinacoteca de São Bernardo do Campo. *Revista Latino Americana de Estudos em Cultura*, ABC Paulista, v. 14, p. 118-134, mar. 2018. Semestral. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/pragmatizes/article/view/10480>. Acesso em: 20 maio 2020. <https://doi.org/10.22409/pragmatizes2018.14.a10480>
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento. 2020. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-eco>. Acesso em: 07 jun. 2020.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento. 2020. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-requisitos>. Acesso em: 07 jun. 2020.

- Bonfante, T. M. (2010). Análise da viabilidade econômica de projetos que visam à instalação de biodigestores para o tratamento de resíduos da suinocultura sob as ópticas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e da geração de energia. Master's Dissertation, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.96.2010.tde-12012011-105304>. Acesso em: 13 ago. 2020.
- Borges, M. R. N., Carvalho, P. C. M. (2006). Energia solar fotovoltaica no semi-árido: estudo de caso sobre a atuação do PRODEEM em Petrolina-PE. **Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural**, 2006, Campinas, Brasil. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100054&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 15 mar. 2020.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Balanço Energético Nacional. 2005. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 12 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário – Agricultura familiar no Brasil e o Censo Agropecuário 2006. Disponível em: http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/arquivos-destaque/censo_2006.pdf. Acesso em: 04 jan. 2020.
- Bursztyn, M. (2020). Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas¹. *Estudos Avançados*, 34(98), 167-186. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3498.011>
- Carvalho, T., Nolasco, M. A. (2006). Créditos de carbono e geração de energia com uso de biodigestores no tratamento de dejetos suínos. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 4, n. 3, p. 23-32, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v4i3.9405>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- CEBDS. Roteiro básico para elaboração de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo – mdl. Disponível em: <http://www.cebds.org.br/cebds/pub-docs/pub-mc-roteiro-mdl.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2020.
- CEMIG (Minas Gerais). Companhia Energética de Minas Gerais S.A. 2020. Disponível em: http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx. Acesso em: 24 out. 2020.
- Costa, F. L. M., Ralisch, R. (2013). A juventude rural do assentamento Florestan Fernandes no município de Florestópolis (PR). *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 51(3), 415-432. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000300001>
- Deganutti, R., Palhaci, M. C. J. P., Rossi, M., Tavares, R., Santos, C. (2002). Biodigestores Rurais: modelo indiano, chinês e batelada. An. 4. Enc. Energ. Meio Rural. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000100031&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 25 abr. 2020.
- De Luca Bonturi, G., & Van Dijk, M. (2012). Instalação de biodigestores em pequenas propriedades rurais: análise de vantagens socioambientais. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, 8(2).
- Deslauriers, Jean-Pierre. Recherche qualitative: guide pratique. McGraw-Hill,, 1991.

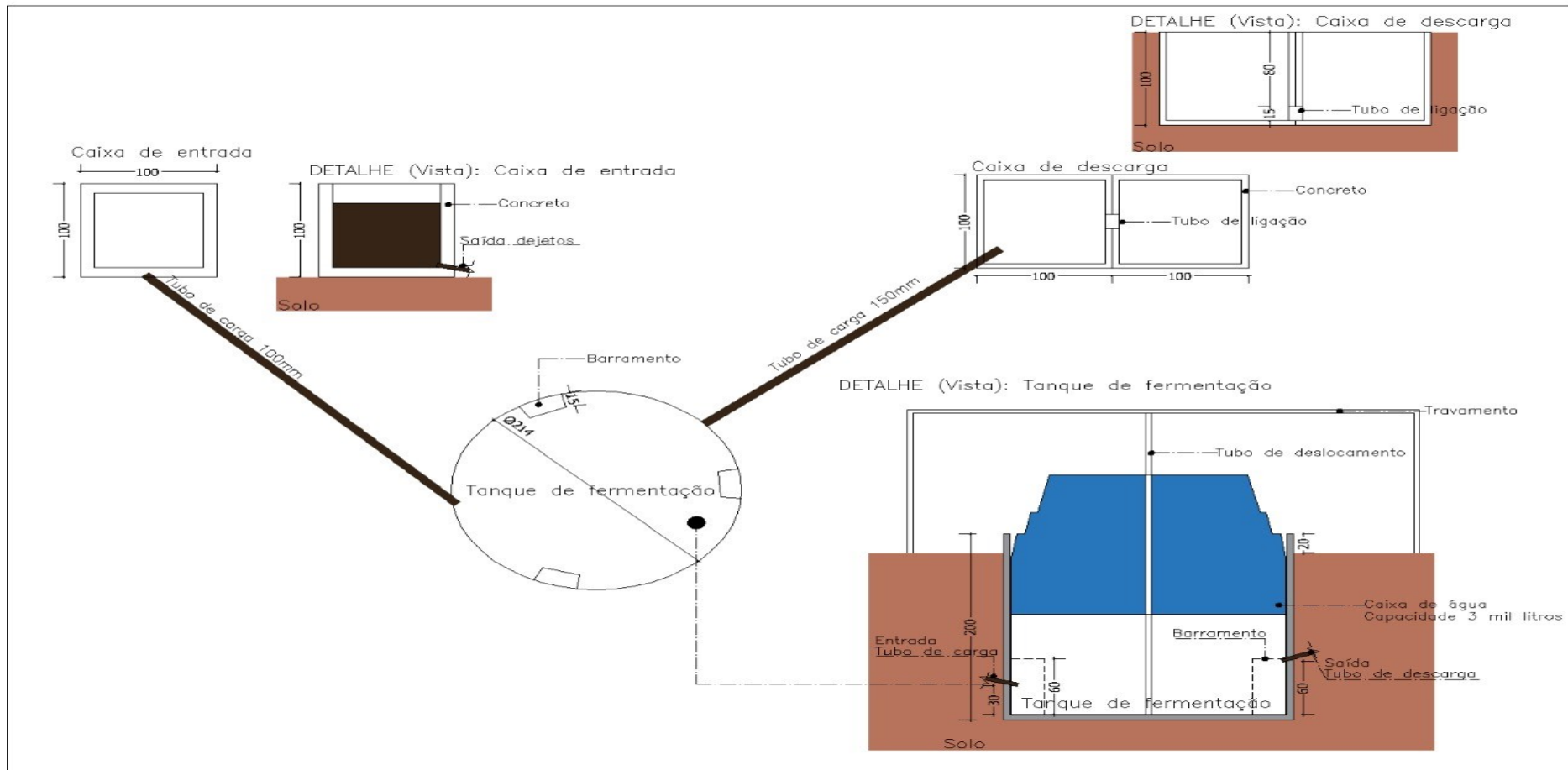
- DIACONIA. (2012). 12 Passos para construir um biodigestor. Pernambuco, Brasil. (2012). Disponível em: https://issuu.com/diaconiabrasil/docs/12_passos_para_construir_um_biodige. Acesso em: 13 ago. 2020.
- Dias, R., Matos, F. (2012). Políticas públicas: princípios, propósitos e processos. São Paulo: Atlas, 1-15.
- Empresa de Pesquisa Energética [EPE]. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Nota Técnica. Rio de Janeiro: EPE, 2012. 58p.
- Esperancini, M. S. T., Colen, F., Bueno, O. C., Pimentel, A. E. B., Simon, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. Engenharia Agrícola, v. 27, n. 1, p. 110-118, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000100004>
- Ferreira, B. (2017). Avaliação da situação de assentamentos da reforma agrária no estado de São Paulo - fatores de sucesso ou insucesso. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=17297. Acesso em: 04 mar. 2020.
- FGV - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. QUAL A FAIXA DE RENDA FAMILIAR DAS CLASSES? 2020. Disponível em: <https://cps.fgv.br/qual-faixa-de-renda-familiar-das-classes>. Acesso em: 22 out. 2020.
- Flick, U. (2013). Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2013
- Frey, K. (2000). Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. Planejamento e Políticas Públicas, 21: 211-259. Disponível em: <http://desafios2.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/89>. Acesso em: 25 jul. 2020.
- Gallia, A., Veronesi, D., Spencer Embalò, U., Pongiglione, F., Adani, F., Schievano, A.. Domestic low-tech anaerobic digesters in Guiné-Bissau: a bench-scale preliminary study on locally available waste and wastewater. Environment, development and sustainability, v. 17, n. 5, p. 1227-1241, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-014-9602-1>. Acesso em: 13 ago. 2020.
- Gerhardt, T. E., Silveira, D. T. Métodos de pesquisa. Plageder, 2009.
- Gil, A. C. (2008). Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.
- Holdermann, C., Kissel, J., Beigel, J. (2014). Distributed photovoltaic generation in Brazil: An economic viability analysis of small-scale photovoltaic systems in the residential and commercial sectors. Energy Polic, 67, 612–617. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.064>
- Imprensa Itesp. Em Pirituba, cooperativa desenvolve projetos importantes. Itesp. Disponível em: http://www.itesp.sp.gov.br/br/info/noticias/ntc_143.aspx. Acesso em: 03 jun. 2020.

- Kosioski, G. V.; Ciocca, M. L. S. (2000). Energia e sustentabilidade em agroecossistemas. *Ciência Rural*, v. 30, n. 4, p. 737-745, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000400031>
- Lopes, B., Amaral, J. N., Caldas, R. W. (2008). *Políticas Públicas: conceitos e práticas*. Belo Horizonte: Sebrae/MG, 7.
- Marchaim, U. (1992). Biogas processes for sustainable development (on line). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Agricultural Services Bulletin* 95 232 p. Disponível em: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/T0541E/T0541E03.htm. Acesso em: 23 mai. 2020.
- Marconi, M. A., Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.
- Marrocos, S. D. T. P., Júnior, J. N., Grangeiro, L. C., de Queiroz Anbrósio, M. M., da Cunha, A. P. A. (2012). Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. *Revista Caatinga*, 25(4), 34-43.
- Mattos, L. C., Farias, M. J. (2011). *Manual do biodigestor sertanejo*. Edição do Projeto Dom Helder Camara. Recife/PE.
- Mazzone, A. (2019). Evidence from two isolated villages of the Brazilian Amazon. *Energy and Buildings*, 186, 138–146. Methanex. (2018). *Methanex Investor Presentation*. Disponível em: https://www.methanex.com/sites/default/files/investor/MEOHPresentation_2018-05-16.pdf. Acesso em: 12 jun. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.01.027>
- Norder, L. A. C. (2014). CONTROVÉRSIAS SOBRE A REFORMA AGRÁRIA NO BRASIL (1934-1964). *Revista Nera, Presidente Prudente*, ano 17, n.24, p.133-145, jan./jun. 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/2421>. Acesso em: 29 abr. 2020.
- Oliveira, F. J. (2017). Identificação de Riscos em Projetos de Usinas Solares Fotovoltaicas. *Revista TechHoje*. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/2235. Acesso em: 14 jun. 2020.
- Oliveira, P. A. V. (1993). *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1993. 188p. (EMBRAPA/CNPSA, Documentos, 27).
- Pinho, J. T., Galdino, M. A. (2014). *Manual de energia para sistemas fotovoltaicos*. Rio de Janeiro: CEPTEL, 2014.
- Pinto, J. T. M., Amaral, K. J., Janissek, P. R. (2016). Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. *Solar Energy*, 133, 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.048>
- PMBOK, G. (2017). *Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. Project Management Institute Inc, 2. Sexta edição.

- Presse, Da France. Uso diário do fogão à lenha pode prejudicar os pulmões, diz estudo. 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2011/10/uso-diario-do-fogao-lenha-pode-prejudicar-os-pulmoes-diz-estudo.html>. Acesso em: 26 jul. 2020.
- Puche, G.A., Vidal, P.G., Muñoz-Cerón, E. (2016). Large-scale photovoltaic power plants. In: Solar Energy, World Scientific Series in Current Energy Issues. World Scientific, p. 125–169. https://doi.org/10.1142/9789814689502_0004
- Quadros, D. G., Oliver, A. P. M., Regis, U., Valladares, R. (2015). Análise econômica do biodigestor para aproveitamento dos dejetos da caprinocultura na agricultura familiar nordestina. ENERGIA NA AGRICULTURA, Botucatu, 30(1), 01-10. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n1p01-10>
- Rigo, P. D., Siluk, J. C. M., Lacerda, D. P., Rosa, C. B., Rediske, G. (2019). Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil?. Journal of Cleaner Production. 240, 118243. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619331130>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- Sambuiche, R. H. R.; Oliveira, M. A. C. Análise das linhas de crédito do PRONAF para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar. Cadernos de Agroecologia, v. 6, n. 2, 2011, p. 1-6. Costa, F. L. M., & Ralisch, R. (2013). A juventude rural do assentamento Florestan Fernandes no município de Florestópolis (PR). Revista de Economia e Sociologia Rural, 51(3), 415-432. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000300001>
- Santos, A. C. V. (1991). Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. Revista Brasileira de Fruticultura, v.13, n. 4, p. 275 – 279. 1991. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n3.290-297>
- Santos, S. J., Santos, E. L., Santos, E. L., Barbosa, J. H., Junior Pereira, D. A., Pontes, E. C., ... Filho Santana, E. (2016). Construção de um biodigestor caseiro como uma tecnologia acessível a suinocultores da agricultura familiar. PUBVET, v. 11, p. 207-312, 2016.
- Secchi, L. (2010). Ciclo de políticas públicas. _____. Políticas Públicas: conceitos, esquemas de análises, casos práticos. São Paulo: Cengage Learning, 33-60.
- Secchi, L. Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos. Cengage Learning, 2014, cap. 1.
- Sediyama, M. A. et al. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 6, p. 588-594, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000600004>
- Scopinho, R. A. (2010). Condições de vida e saúde do trabalhador em assentamento rural. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v.15, p. 1575-1584. 2010. Suplemento 1. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000700069>
- Silva, F. F. M., Bertini, L. M., Alves, L. A., Barbosa, P. T., Moura, L. F., Macêdo, C. S. (2015). Implicações e possibilidades para o ensino a partir da construção de biodigestor no IFRN – Campus Apodi. HOLOS, 6, 315-327. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.3091>

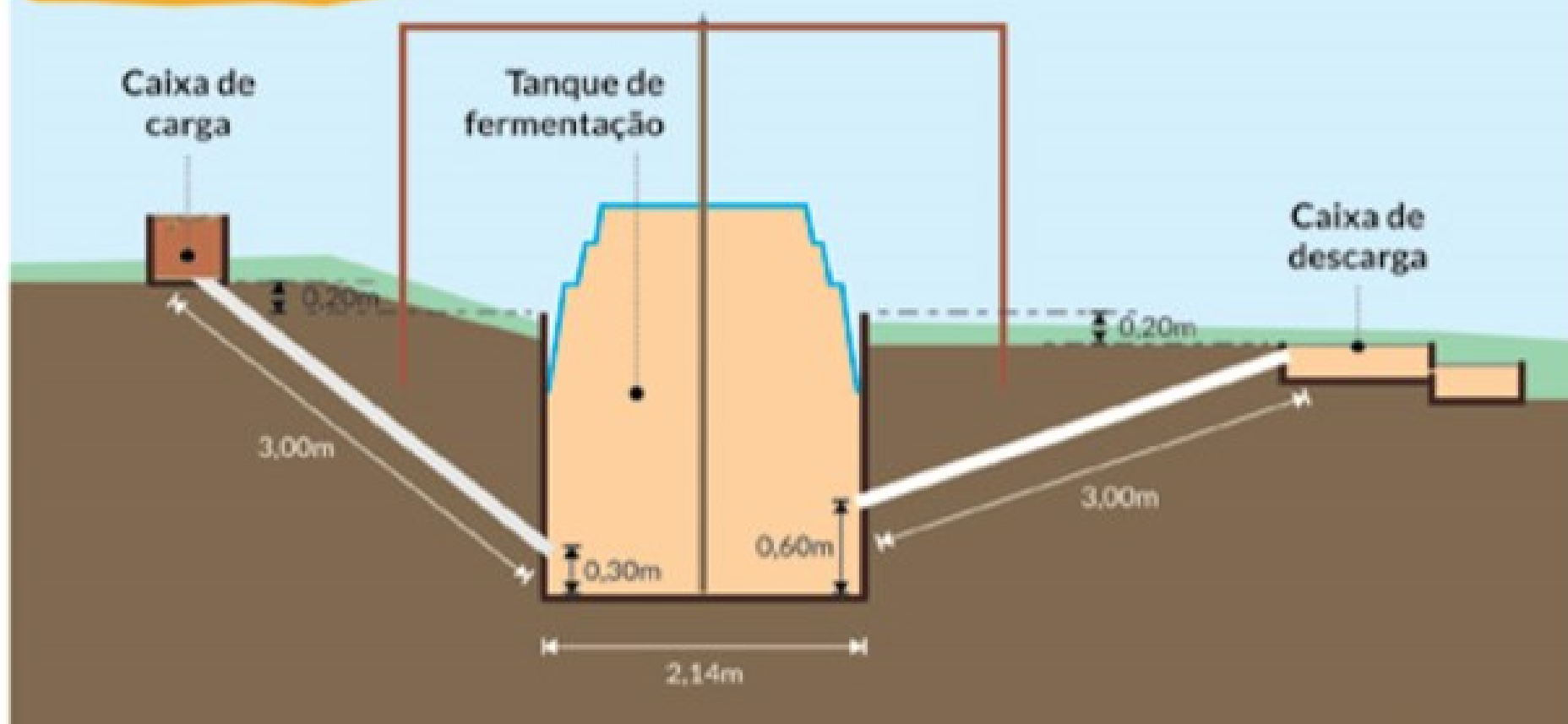
- Silva, G. L., Oliveira, M. S., Silva, R. M., Silva, N. L. (2016). Análise de Viabilidade Econômica entre o uso de energia em Grid e a solar no Sertão Paraibano. **Energia na agricultura**, v. 31, n. 1, p. 89-96, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2016v31n1p89-96>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- Silva, A. C. J. (2011). Projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL): promotores de transferência de tecnologia e tecnologias mais limpas no Brasil? 2011. 202 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- Sjöblom, G. Problemi e soluzioni in politica. *Rivista Italiana di Scienza Politica*, v. 14, n. 1, p. 41-85, 1984. <https://doi.org/10.1017/S004884020000842X>
- Tonon, M. S. Análise de cenários utilizando fontes de energia de origem solar em consumidores do assentamento Estrela da Ilha. 2016. 105 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/146711>. Acesso em: 21 out. 2020.
- Wojciechowski, R. C., Leite, A., Sehnem, S., Bernardy, R. (2014). Análise da concessão de crédito rural pelo BNDES vinculado aos elementos de sustentabilidade. *Revista Estudos do CEPE*, Santa Cruz do Sul, n. 40, p. 137-167.
- Wu, X., Ramesh, M., Howlett, M., Fritzen, S. (2014). Guia de Políticas Públicas: gerenciando processos. Tradução de Ricardo Avelar de Souza. Brasília: Enap, 2014. 161 p. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/2555>. Acesso em: 22 mai. 2020.
- YIN, R. K. (1994). Pesquisa estudo de caso-desenho e métodos. **Porto Alegre: Edições Bookman**, 19

Apêndice A – Desenho Técnico do projeto do biodigestor



Fonte: Autoria própria 2020 (2020)

Partes do biodigestor



Fonte: Diaconia (2012)

Apêndice B - Planejamento da qualidade, comunicação e riscos do projeto

Planejamento da qualidade

Análise A – Biodigestor

Tarefa	Processo
Certificar a qualidade dos insumos adquiridos	Ao se fazer o orçamento para a compra de insumos, verificar se a empresa apresenta produtos de qualidade e certificados. Uma maneira de fazer isso é pesquisar com profissionais das áreas de construção civil da cidade de Uberlândia sobre a qualidade das empresas e também com os especialistas contratados sobre a qualidade das marcas dos produtos.
Qualidade dos especialistas contratados	Certificar que os 4 especialistas contratados dominam e possuem o total conhecimento sobre a construção e manutenção do modelo de biodigestor proposto. Certificar através de projetos já feitos pelos próprios especialistas.
Planejamento do projeto impresso	O planejamento do projeto deve ser impresso para cada um dos especialistas. Estes especialistas devem ajudar na construção do planejamento juntamente com a equipe de moradores e o gestor de projetos.
Treinamento pré-construção	O treinamento será conduzido pelos 4 especialistas contratados e terá duração de 4 horas antes do início da construção física do biodigestor. Este treinamento visa ensinar sobre a construção dos biodigestores aos assentados, além de garantir a qualidade da construção.
Formação das equipes	As duas equipes de trabalho deverão ser compostas por 2 especialistas e 3 operadores. Para a execução de atividades simultâneas a fim de garantir a qualidade e velocidade de construção.
Verificar a qualidade das ferramentas, principalmente dos instrumentos de medição	A medição no processo de construção é fundamental.
Relatórios e utilização de folha de verificação	Ao final de cada etapa, equipe deve gerar um documento escrito em prancheta, afim de registrar o andamento, o tempo

e principalmente as medições. Deve ser documentada também a existência concreta de algum dos riscos previstos ou de riscos não previstos. Uma dica é utilizar folha de verificação, que é uma das 7 ferramentas da qualidade.

Relatórios gerais	Ao final de cada etapa as equipes se reúnem entre 10 e 20 minutos para registrarem os resultados, verificar as medições, o tempo gasto e a existência ou não de riscos. Os especialistas devem gerar um relatório geral e compará-lo com o planejamento construído.
Pós-construção	Durante e principalmente logo após a construção um treinamento de abastecimento e manutenção do biodigestor deve ser realizado, visando garantir a qualidade de funcionamento.
Acompanhamento periódico por especialistas contratados	Para a garantia da eficiência do sistema, seria interessante que especialistas contratados visitassem o assentamento semestralmente.

Análise B – Energia solar

Tarefa	Processo
Contratar uma empresa de confiança e de renome no mercado	O gestor de projeto e a equipe do assentamento devem fazer uma boa pesquisa sobre qual a melhor empresa, buscando assegurar a qualidade total do projeto e um custo interessante.
Pesquisa das marcas e dos equipamentos utilizados pela empresa	A equipe deve pesquisar se as marcas usadas pela empresa apresentam garantia, são seguras e apresentam a durabilidade desejada para a análise de viabilidade.
Treinamento de manutenção e correção de falhas	Para a garantia do bom funcionamento do sistema, um bom treinamento deve ser estipulado para cada lote após a construção final.
Certificação da garantia dos equipamentos	Para ter comprovação que o sistema não terá prejuízos por conta de funcionamento, deve-se assegurar que o fabricante dos equipamentos utilizados no sistema tenha garantia de no mínimo 25 anos para os painéis e 10 a 15 anos para o microinversor.

Acompanhamento periódico da empresa contratada Deve estar em contrato que a empresa que construiu o sistema do assentamento acompanhe mensalmente as obras durante os primeiros seis meses, depois deste período a empresa deve acompanhar os sistemas semestralmente. O uso de aplicativos de acompanhamento também são indicados.

Planejamento das comunicações

Análise AB – Pré-construção do biodigestor e da energia solar

Ação para comunicação	Objetivo
Formação de uma equipe de 5 membros que moram no assentamento mais o líder do assentamento	Essa junção é necessária a partir do interesse dos membros e dos moradores do assentamento em querer a concretização eficiente e transparente do projeto do Combo Energético Sustentável. Esta equipe deve estudar as propostas do projeto, deve marcar reuniões, organizar as documentações necessárias, recrutar as famílias que querem e podem participar, entrar com pedido ao Pronaf Eco e contratar um gestor de projetos para o planejamento e execução de todas as atividades conjuntas. Existe um alto grau de comunicação entre estas pessoas. É indicado a criação de um grupo de WhatsApp.
Contratação do gestor de projetos	Este gestor deve ter conhecimento em projetos rurais, de preferência sobre biodigestores e energia solar. Deve ser de médio custo para o projeto e deve organizar de forma sistemática as etapas do processo, juntamente com as famílias e principalmente junto a equipe de 6 moradores. É indicado a criação de um grupo de WhatsApp.
Fazer reuniões, o quanto for necessário entre o gestor, a equipe e as famílias	Inúmeras reuniões devem ser feitas com as famílias, o quanto for necessário. Desde a explicação do projeto até a assinatura de comprometimento final. Após a construção do projeto, a equipe de 6 moradores permanece formada

com o intuito de guiar a execução e manutenção dos sistemas em todo o assentamento. Este é um compromisso colaborativo desta equipe.

Fazer reuniões o quanto necessário entre o gestor e a equipe	Tudo será direcionado através dessas reuniões. O gestor guiará de forma mais externa, enquanto a equipe com alto teor de comunicação deve realizar a maioria das atividades como: negociar com o banco, organizar reuniões, auxiliar nos levantamentos de consumo, organizar papéis e organizar as compras de insumos.
Comunicação com o banco responsável	O gerente deve estar junto nas negociações e entrega no projeto final, reuniões devem ser marcadas com a equipe de projetos e o responsável do banco.
Todas as ações devem ser documentadas, e atas de reuniões assinadas	Sempre documentar todo o processo de comunicação: entre famílias, equipe do assentamento e gerente de projetos.

Análise A - Biodigestor

Ação para comunicação	Objetivo
Comunicação para a compra de insumos	O gerente de projetos deve estar muito presente, orientando em todos os aspectos. A equipe deve fazer orçamento pelo menos em três empresas de cada ramo de compra. O gerente deve aprovar o orçamento. As decisões devem ser feitas presencialmente por meio de reuniões.
Comunicação com os especialistas em biodigestor	Deve-se pesquisar onde buscar estes especialistas, entrar em contato e pedir para que criem uma estrutura de treinamento intensiva de quatro horas antes da construção. Essa comunicação por treinamento vai evitar que os riscos do projeto aconteçam. Deve haver também um plano de comunicação durante a execução da construção e também na pós construção.

Criação de um grupo geral no WhatsApp	Deve haver um grupo de todos os assentados participantes no projeto, informando sobre reuniões e andamentos, e um grupo entre o gestor de projetos e a equipe de moradores e os especialistas.
Documentação e formalização	Tudo deve ser organizado, documentado e formalizado. Os softwares Excel e Word serão de grande ajuda neste momento para controle e execução.

Análise B - Energia solar

Ação para comunicação	Objetivo
Criar um grupo de WhatsApp entre os funcionários da empresa contratada, a equipe de seis membros do assentamento e o gestor de projetos	Essa comunicação deve ser engajada para que não haja atrasos na obra, e caso algum problema venha a ocorrer, a comunicação seja feita o mais rápido possível. Grande parte das casas do assentamento possuem internet, o que facilita esta interlocução.
Comunicação interna dos funcionários contratados	Esta comunicação deve ficar responsável pela empresa contratada.
Deve haver um cronograma sobre a ordem em que as casas receberão a construção da tecnologia	O cronograma deve ser feito pelo gestor e pela equipe de 6 membros, juntamente com orientações da empresa contratada e deve haver uma comunicação diária sobre os andamentos no grupo particular do WhatsApp dos moradores do assentamento.
Relatórios	Os funcionários da empresa contratada devem elaborar um relatório diário sobre o andamento do trabalho e um relatório ao final da construção de cada sistema em cada lote.

Planejamento dos riscos
Análise AB – Pré-construção do biodigestor e da energia solar

Riscos	Plano de prevenção e correção de riscos
Não aprovação do financiamento Pronaf Eco, por parte de alguma família	Realizar uma pré-construção bem feita e detalhada, com alto grau de comunicação dos envolvidos, para que não ocorra este tipo de problema. Se o problema ocorrer, planejar o projeto com as novas proporções o mais rápido possível e marcar reuniões entre todos os envolvidos sobre possíveis alterações de andamento e custos.
Desistência de alguma família na participação do projeto	Antes de orçar o projeto, certificar e documentar a decisão de cada família envolvida, para que a taxa de desistência seja baixa ou inexistente. Caso haja desistência, planejar o projeto novamente, o mais rápido possível.
Mal planejamento do gestor e da equipe	Garantir que quem está à frente do projeto seja capaz de fazer um trabalho de qualidade, juntamente com o gestor de projetos.
Análise A – Biodigestor	
Riscos	Plano de prevenção e correção de riscos
Construção do tanque de fermentação em terreno com alta declividade	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Esta etapa é corrigível apenas com a escavação em outro local, portanto a atenção deve ser redobrada.
Construção do biodigestor em local sombreado	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas.
Construção do tanque de fermentação em terreno em locais com raízes de árvores o que pode causar perfurações e vazamentos	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas.
Encontrar uma rocha de grande porte no local da escavação	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Caso ocorra e não tiver remediação, cavar em outro local.

A forma das placas não terem as dimensões especificadas, comprometendo as dimensões do biodigestor	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. O ideal é que estas formas já venham prontas com os especialistas.
As placas saírem com dimensões diferentes e irregulares, comprometendo totalmente a construção do tanque	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Caso ocorra refazer as formas o mais rápido possível. Nesta hora o especialista deve estar muito presente no trabalho.
Fazer a camada do piso com menor espessura do que o recomendado	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas.
Perfurar as placas que passarão no cano de carga e descarga incorretamente	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários que tenham experiência com medições.
Colocar as placas onde passarão os canos de carga e descarga incorretamente	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários com experiência em alvenaria e medições.
Não deixar espaço entre as placas	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários com experiência em alvenaria.
Não amarrar as placas com os arames de forma correta e o tanque perder a forma circular	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários com experiência em alvenaria.
Errar nas medidas dos batentes	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários que tem experiência com medições.
Fazer o acabamento na parte de fora. O cálculo de materiais é feito com pouco margem de sobra, portanto não se deve rebocar o lado externo do tanque, pois o vão entre a parede externa e o barranco, serão preenchidos de terra	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários com experiência em alvenaria.

Errar na posição do furo da caixa de entrada, gerando acúmulo de dejetos	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários com experiência em alvenaria e medições.
Furar a caixa de forma errada, ou com muita força, gerando rachaduras na caixa	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas. Alocar operários com experiência em medições. Aqui está um risco de alto impacto financeiro para o projeto.
Cortar a manta de zinco de forma errada	Treinamento e seguir corretamente as orientações dos especialistas.
O processo do corte da manta de zinco é muito delicado, podendo gerar acidentes graves	Aferir os equipamentos de segurança, usar em todos os processos.
Análise B - Energia solar	
Riscos de aquisição e construção	Plano de prevenção e correção de riscos
Contratar uma empresa sem a competência necessária	Pesquisar 3 empresas com boa reputação no mercado, analisar qual apresenta o melhor custo benefício e realizar a contratação.
Erro no cálculo da viabilidade do projeto por parte da empresa contratada	O gestor de projeto deve avaliar a análise de viabilidade junto com a empresa, isso vai evitar este tipo de erro.
Adquirir serviços e equipamentos sem garantia da empresa contratada	Obter contratos de compra e certificar que todos os equipamentos e serviços tem garantia necessária. Pelo menos de 10 a 15 anos para os microinversores e 25 anos para os painéis
Atraso da entrega	Para evitar atrasos, a empresa contratada deve ser muito eficaz no planejamento. Caso haja atraso, adaptar o projeto em um novo prazo.
Falta de consistência na estimativa da irradiação solar disponível	Contratar uma empresa com boa capacidade de quantificação e análise técnica.

A seleção inadequada dos painéis pode afetar a rentabilidade	Contratar uma empresa com boa capacidade de quantificação e análise técnica.
Risco associado à seleção dos inversores	Contratar uma empresa com boa capacidade de quantificação e análise técnica.
Existência de erro nas estimativas de irradiação solar para o local	Contratar uma empresa com boa capacidade de quantificação e análise técnica.
Riscos durante o funcionamento do projeto	Plano de prevenção e correção de riscos
Instabilidade do governo brasileiro com relação a esta tecnologia	Fortalecer o setor produtor de energia solar e unir a classe de produtores de energia solar. É interessante que o líder do assentamento se junte a alguma associação que lute pela estabilidade da energia solar.
Mudanças climáticas podem afetar o projeto durante seu ciclo de vida	Sem prevenção
Risco no desenvolvimento de novas tecnologias fotovoltaicas	Sem prevenção
Risco de desenvolvimento de novos sistemas de geração de energia	Sem prevenção
Custos associados ao reparo das estruturas de suporte e fixação	Realizar manutenção preventiva aprendida no treinamento.
As mudanças na demanda de energia variam a rentabilidade	Tentar ter um gasto igual ou superior ao produzido pelo sistema solar. Caso o consumo caia, criar alguma atividade que gere renda e gaste a energia excedente.
Influência da taxa de inflação sobre o fluxo de caixa do projeto	Sem prevenção

Risco de variação dos preços de energia durante a vida útil da planta	Tentar criar um plano de preço compensatório junto a concessionária.
Os riscos de alterações legislativas afetam os incentivos às energias renováveis.	Fortalecer o setor produtor de energia solar e unir a classe.
Risco de roubo no local	Criar um sistema seguro, com cadeados, e sempre permanecer pessoas na residência.
Risco de vandalismo no local da usina	Criar um sistema seguro, com cadeados, e sempre permanecer pessoas na residência.
Risco de desaprovação social dos cidadãos	Selecionar famílias que a chance de acontecer uma desapropriação seja baixa. Por isso a seleção dos envolvidos na parte de pré-construção é muito importante.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2017), Diaconia (2012) e autoria própria (2020)

Apêndice C – Cálculos Variáveis envolvidas no cálculo da receita anual gerada pelo biogás como substituição do gás de cozinha

B = Quantidade de bovinos confinados

S = Quantidade de suínos totalmente confinados

D = Quantidade de dejetos necessários por dia

B1 = Quantidade de dejetos que um bovino produz por dia

S1 = Quantidade de dejetos que um suíno de 90 kg produz por dia

HT = 24 horas

H1 = Tempo de confinamento do bovino

$$D = \left(B * B1 * \left(\frac{H1}{HT} \right) \right) + S1 * S$$

$$D = \left(10 * 15 * \left(\frac{6}{24} \right) \right) + 2,8 * 3$$

$$D = 45,9 \text{ kg/dia}$$

Todo o dejetos deste conjunto deve ser misturado a mesma proporção de água e adicionado no biodigestor diariamente:

V_a = Volume de água adicionada ao dejetos

V_t = Volume total de mistura para ser colocado por dia

$V_a = D$ (aproximando em litros)

$V_a = 45,9$ L/dia

$$V_t = V_a + D$$

$$V_t \approx 45,9 + 45,9 \approx 91,8 \text{ Litros}$$

Todos os cálculos físico-químicos dos gases foram considerados a temperatura de 27 °C e pressão de 1 atm. Para o cálculo da produção de biogás por dia e por ano são necessárias as seguintes variáveis e quantificações:

$BB = 0,36$ (m³ de biogás produzido por 15 kg de dejetos, que é o total de um bovino confinado por dia)

$BS = 0,24$ (m³ de biogás produzido por 2,8 kg de dejetos, que é o total de um suíno confinado por dia)

B_{td} = Volume total de biogás produzido no sistema por dia

B_{ta} = Volume total de biogás produzido no sistema por ano

$$B_{td} = BB * \frac{H1}{HT} + BS * S$$

$$B_{td} = 0,36 * 10 * \frac{6}{24} + 0,24 * 3$$

$$B_{td} = 1,62 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$B_{ta} = B_{td} * 365$$

$$B_{ta} = 1,62 * 365$$

$$B_{ta} = 591,3 \text{ m}^3/\text{ano}$$

A partir do volume de biogás produzido, deve-se calcular a massa de biogás para compara-la com a massa de gás de um botijão convencional que é de 13 kg. A partir da massa

de biogás deve-se calcular a massa de metano, pois de acordo com Marchaim (1992), a composição de biogás apresenta 60% de metano, sendo que os outros gases são filtrados ou não possuem poder de queima relevante, assim sendo:

$D_m = 0,6439 \text{ kg/m}^3$ (densidade do metano)

$P_m = 60\%$ (porcentagem em volume de metano no biogás)

M_{ba} = Massa de biogás efetiva por ano

$$M_{ba} = B_{ta} * D_m * P_m$$

$$M_{ba} = 591,3 * 0,6439 * 60\%$$

$$M_{ba} = 228,442842 \text{ kg/ano}$$

Com o objetivo de chegar em valores econômicos que este gás resulta, é importante analisar a massa de gás de um botijão convencional, o valor desta massa no mercado atual e valor da massa efetiva produzida por mês, assim sendo:

$M_{ba} = 228,442842 \text{ kg/ano}$ (Massa de biogás efetiva por ano)

M_{bm} = Massa de biogás efetiva por mês

$$M_{bm} = \frac{M_{ba}}{12}$$

$$M_{bm} = \frac{228,442842}{12}$$

$$M_{bm} = 19,0369035 \text{ kg/mês}$$

$M_{bg} = 13 \text{ kg}$ (massa de um botijão de gás convencional)

B_b = Biogás produzido medido em botijões

$$B_b = \frac{M_{bm}}{M_{bg}}$$

$$B_b = \frac{19,0369035}{13}$$

$$B_b = 1,46 \text{ botijões}$$

Nos dados coletados no projeto de agroecologia da UFU sobre o assentamento em questão, o consumo médio de gás por mês é de 92% de um botijão, no entanto muitas famílias utilizam a lenha para economizar neste gasto. Para tanto o projeto construído e as proporções de dejetos apontam para uma produção um pouco maior de gás, visando a minimização do uso da lenha com uma oferta de gás de forma abundante. Essa abundância de gás também pode ser utilizada na produção de alimentos processados, como doces por exemplo, impulsionando mais

a renda dos produtores. Muitos assentados vendem seus produtos nas feiras, e alimentos processados também são vendidos.

Para a análise da receita anual que este modelo de biodigestor está gerando com o biogás direcionado para o uso doméstico, os seguintes cálculos são necessários:

$V_b = R\$ 75,00$ (Valor de um botijão de 13 kg)

R_{bd} = Receita anual do biogás para uso doméstico

$$R_{db} = V_b * B_b$$

$$R_{db} = 75 * 1,46 * 12$$

$$R_{db} = R\$ 1317,94$$

Apêndice D – Cálculo da receita gerada pelo crédito de carbono por ano

Primeiramente é preciso calcular o volume de biogás produzido e isto já foi realizado para a análise do valor financeiro da substituição do gás de cozinha por biogás.

Volume de biogás anual = 591,3 m³/ano

Para o cálculo é necessário admitir que os 2 principais gases que influenciam na geração de carbono após o processo de fermentação são o metano e o óxido nitroso, por isso é necessário calcular a massa desses gases e equipará-las a produção de gás carbônico. O metano representa aproximadamente 60% do volume do biogás e através de sua densidade pode-se calcular a massa anual de metano gerada, assim sendo:

$D_m = 0,6439 \text{ kg/m}^3$ (densidade do metano)

$P_m = 60\%$ (porcentagem de metano no biogás)

$$\text{Volume de metano anual} = P_m * \text{volume de biogás anual}$$

$$\text{Volume de metano anual} = 0,6 * 591,3$$

$$\text{Volume de metano anual} = 354,78 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Massa de metano anual} = \text{Volume anual de metano} * D_m$$

$$\text{Massa de metano anual} = 354,78 * 0,6439$$

$$\text{Massa de metano anual} = 228,44 \text{ kg/ano}$$

O óxido nitroso representa 14% do volume do biogás e através de sua densidade pode-se chegar ao valor de sua massa total anual

$D_{on} = 1,773 \text{ Kg/m}^3$ (densidade do óxido nitroso)

Pon = 14% (porcentagem de óxido nitroso no biogás)

Volume de óxido nitroso anual = Pon*volume de biogás anual

Volume de óxido nitroso anual = 0,14*591,3

Volume de óxido nitroso anual = 82,782 m³/ano

Massa de óxido nitroso anual = Volume anual de óxido nitroso* Dm

Massa de óxido nitroso anual = 82,782*1,773

Massa de óxido nitroso anual = 146,772486 kg/ano

Para o cálculo da produção anual da massa do gás carbônico em toneladas basta multiplicar a massa de metano e a massa de óxido nitroso pelos respectivos índices de que correspondem ao poder de poluição desses gases comparados ao gás carbônico, assim sendo:

Im = 25 (o metano tem poder de poluição 25 vezes maior do que gás carbônico)

Io = 320 (o óxido nitroso tem poder poluição 320 vezes maior que o gás carbônico)

Toneladas de carbono anual devido ao metano = $\frac{Im * \text{massa de metano anual}}{1000}$

Toneladas de carbono anual devido ao metano = $\frac{25 * 228,44}{1000}$

Toneladas de carbono anual devido ao metano = 5,711 ton/ano

Toneladas de carbono anual devido ao óxido nitroso = $\frac{Io * \text{massa de óxido nitroso anual}}{1000}$

Toneladas de carbono anual devido ao óxido nitroso = $\frac{320 * 146,772486}{1000}$

Toneladas de carbono anual devido ao óxido nitroso = 46,967 ton/ano

Toneladas de carbono anual total = 5,711+46,967

Toneladas de carbono anual total = 52,678 ton/ano

Tendo a produção total de toneladas de carbono anual devido a queima do biogás para cocção alimentar, e considerando o valor da tonelada do crédito de carbono no valor de 6 R\$/ton, valor esse obtido através do site Investing (2020), o crédito de carbono anual em valores financeiros para cada biodigestor é de:

Valor financeiro do credito de carbono anual = 52,678*6

Valor financeiro do credito de carbono anual = R\$ 316,07

Apêndice E – Cálculo da receita gerada pelo biofertilizante anualmente

Para calcular o volume do reservatório, o volume total de dejetos e o tempo de fermentação, seguem os seguintes cálculos:

Volume do reservatório = volume do cilindro

$$\text{Volume do reservatório} = \pi r^2 \cdot h$$

$$\text{Volume do reservatório} = \pi(1,07)^2 \cdot 2$$

$$\text{Volume do reservatório} = 7,1936 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume do reservatório} = 7196 \text{ L}$$

Existe uma pequena perda de volume devido ao nível da caixa de descarga assim, o volume efetivo do reservatório é:

$$\text{Volume efetivo do reservatório} = 7196 - 396$$

$$\text{Volume do reservatório} = 6800 \text{ L}$$

Para o tempo de fermentação basta dividir o volume do reservatório pelo volume de dejetos depositado diariamente

$$\text{Tempo de fermentação} = \frac{6800}{91,8}$$

$$\text{Tempo de fermentação} = 74,0740 \text{ dias}$$

Para o cálculo do rendimento volumétrico anual do biofertilizante após a fermentação é necessário multiplicar o volume diário depositado por 82% e por 365 dias (ESPERANCINI,2007). É importante salientar que a mistura apresenta dois tipos de dejetos diferentes, o de suínos e de bovinos, e cada um apresenta composição química distinta. Assim sendo para calcular o volume anual de cada biofertilizante é necessário multiplicar o rendimento anual pelas porcentagens.

$$\text{Rendimento de biofertilizante por ano} = 91,8 \cdot 0,82 \cdot 365$$

$$\text{Rendimento de biofertilizante total por ano} = 27475,74 \text{ L/ano}$$

$$\text{Rendimento de biofertilizante bovino por ano} = 27475,74 * \left(\frac{37,5}{45,9}\right) = 22447,5 \text{ L/ano}$$

$$\text{Rendimento de biofertilizante suíno por ano} = 27475,74 * \left(\frac{8,4}{45,9}\right) = 5028,24 \text{ L/ano}$$

Para o cálculo da quantidade em quilogramas produzida de cada elemento por ano de cada tipo de biofertilizante, utilizou-se as concentrações em g/L feitas por regressão linear dos Apêndices I e J, multiplicada pelo rendimento do biofertilizante:

$$\text{Rendimento de nitrogênio suíno} = \frac{5028,24 \cdot 13,96488889}{1000} = 0,192380309$$

$$\text{Rendimento de potássio suíno} = \frac{5028,24 * 1,832444444}{1000} = 0,025243755$$

$$\text{Rendimento de fósforo suíno} = \frac{5028,24 * 15,08748148}{1000} = 0,207845145$$

$$\text{Rendimento de nitrogênio bovino} = \frac{22447,5 * 0,496262963}{1000} = 11,13986286$$

$$\text{Rendimento de potássio bovino} = \frac{22447,5 * 1,052222222}{1000} = 23,61975833$$

$$\text{Rendimento de fósforo bovino} = \frac{22447,5 * 0,495588889}{1000} = 11,12473158$$

Para o Cálculo do valor financeiro do biofertilizante, baseado no método empregado por Esperancinni (2007), basta multiplicar o valor em kg de cada elemento gerado por ano com o valor dos elementos no mercado de fertilizantes químicos.

$$\text{Valor financeiro de nitrogênio} = (0,192380309 + 11,13986286) * 2,80$$

$$\text{Valor financeiro de nitrogênio} = \text{R\$ } 31,73$$

$$\text{Valor financeiro de potássio} = (0,025243755 + 23,61975833) * 2,1$$

$$\text{Valor financeiro de potássio} = \text{R\$ } 50,0379673$$

$$\text{Valor financeiro de fósforo} = (0,207845145 + 11,12473158) * 2,70$$

$$\text{Valor financeiro de fósforo} = \text{R\$ } 30,59795717$$

A partir dos rendimentos financeiros anuais de cada elemento, pode-se calcular o rendimento anual total, somando cada elemento:





$$\text{Rendimento anual total do biofertilizante} \approx \text{R\$R\$ } 112,37$$

Apêndice F – Histórico de reajuste anual das faturas da Cemig

Histórico de Reajustes / Revisão Tarifária			
2013 a 2018			
DATA	AJUSTE MÉDIO	RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA	MOTIVO
24/01/2013	-18,94	Resolução 1.422	Revisão Extraordinária
05/04/2013	3,06%	Resolução 1.507	Revisão Periódica
07/04/2014	16,33%	Resolução 1.700	Reajuste Tarifário
27/02/2015	28,80%	Resolução 1.858	Revisão Extraordinária
07/04/2015	7,07%	Resolução 1.872	Reajuste Tarifário
24/05/2016	3,78%	Resolução 2.076	Reajuste Tarifário
23/05/2017	-10,66%	Resolução 2.248	Reajuste Tarifário
22/05/2018	23,19%	Resolução 2.396	Revisão Periódica

Fonte: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/Historico.aspx>

Apêndice G – Custo por KWh das bandeiras no ano de 2019

B2 - RURAL	 Consumo R\$/kWh	 Consumo R\$/kWh	 PATAMAR 1 Consumo R\$/kWh	 PATAMAR 2 Consumo R\$/kWh
Rural - Normal (Consumo R\$/kWh)	0,52859	0,54199	0,57019	0,59099
Rural - Vale Jequitinhonha - (Irrigação noturna) - 73% de desconto (Consumo R\$/kWh)	0,14272	0,14634	0,15395	0,15957
Rural - Demais Regiões - (Irrigação noturna) - 67% de desconto (Consumo R\$/kWh)	0,17443	0,17886	0,18816	0,19503

Fonte: http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx

Apêndice H – Atuação das bandeiras tarifárias sobre a fatura de energia

Mês	CVU max R\$/MWh	Usina
mai/16	210,35	UTE Aureliano Chaves
jun/16**	259,43	UTE Celso Furtado
jul/16	134,88	UTE Luiz O. R. Melo
ago/16	113,60	UTE Porto Itaquí
set/16	125,27	UTE PORTO PECÉM 2
out/16	195,63	UTE L. C. Prestes L1
nov/16	224,42	UTE Aureliano Chaves
dez/16	169,54	UTE Atlântico
jan/17	128,65	UTE Maranhão IV
fev/17	179,74	UTE Pecém 2
mar/17	279,04	UTE Celso Furtado
abr/17	P1 426,99	UTE TERMOCABO
mai/17	P1 447,61	UTE GLOBAL II
jun/17	155,85	UTE J. LACERDA
jul/17	237,71	UTE A. CHAVES
ago/17	P1 513,51	UTE BAHIA 1
set/17	411,92	UTE Mauá B3
out/17	P2 698,14	UTE Sepé Tiaraju

Mês	Bandeira Tarifária	GHband (MWm)	GFband (MWm)	GHband GFband	PLD Gatilho (R\$/MWh)
nov/17	Vermelha 2	40.187	58.613	0,69	533,82
dez/17	Vermelha 1	48.368	55.916	0,87	201,51
jan/18	Verde	55.559	46.264	1,20	189,63
fev/18	Verde	59.088	45.411	1,30	157,28
mar/18	Verde	55.553	45.655	1,22	184,91
abr/18	Verde	53.996	48.804	1,11	40,16
mai/18	Amarela	46.531	52.806	0,88	193,36
jun/18	Vermelha 2	39.746	54.770	0,73	425,01
jul/18	Vermelha 2	36.943	57.974	0,64	505,18
ago/18	Vermelha 2	36.768	60.097	0,61	505,18
set/18	Vermelha 2	39.843	60.517	0,66	490,74
out/18	Vermelha 2	40.002	59.853	0,67	377,47
nov/18	Amarela	48.289	57.908	0,83	140,51
dez/18	Verde	50.983	52.846	0,96	56,74
jan/19	Verde	56.490	43.435	1,30	116,53
fev/19	Verde	56.398	44.285	1,27	283,16
mar/19	Verde	52.136	45.547	1,14	286,02
abr/19	Verde	51.413	48.254	1,07	167,83
mai/19	Amarela	48.586	53.064	0,92	114,92

Mês	Bandeira Tarifária	GHband (MWm)	GFband (MWm)	GHband / GFband	PLD Gatilho (R\$/MWh)
jun/19	Verde	45.477	55.097	0,83	42,35
jul/19	Amarela	40.524	55.122	0,74	175,44
ago/19	Vermelha 1	39.977	55.028	0,73	224,19
set/19	Vermelha 1	39.875	55.045	0,72	200,18
out/19	Amarela	43.615	55.163	0,79	233,59
nov/19	Vermelha 1	42.622	55.331	0,77	292,87
dez/19	Amarela	47.224	55.196	0,86	225,92
jan/20	Amarela	50.750	55.371	0,92	291,00
fev/20	Verde	54.529	55.708	0,98	185,56
mar/20	Verde	58.189	55.723	1,04	57,23
abr/20	Verde	47.163	55.711	0,85	39,68
mai/20	Verde	42.184	55.708	0,76	39,68

Mês	Bandeira Tarifária	GHband (MWm)	GFband (MWm)	GHband / GFband	PLD Gatilho (R\$/MWh)
nov/17	Vermelha 2	40.187	58.613	0,69	533,82
dez/17	Vermelha 1	48.368	55.916	0,87	201,51
jan/18	Verde	55.559	46.264	1,20	189,63
fev/18	Verde	59.088	45.411	1,30	157,28
mar/18	Verde	55.553	45.655	1,22	184,91
abr/18	Verde	53.996	48.804	1,11	40,16
mai/18	Amarela	46.531	52.806	0,88	193,36
jun/18	Vermelha 2	39.746	54.770	0,73	425,01
jul/18	Vermelha 2	36.943	57.974	0,64	505,18
ago/18	Vermelha 2	36.768	60.097	0,61	505,18
set/18	Vermelha 2	39.843	60.517	0,66	490,74
out/18	Vermelha 2	40.002	59.853	0,67	377,47
nov/18	Amarela	48.289	57.908	0,83	140,51
dez/18	Verde	50.983	52.846	0,96	56,74
jan/19	Verde	56.490	43.435	1,30	116,53
fev/19	Verde	56.398	44.285	1,27	283,16
mar/19	Verde	52.136	45.547	1,14	286,02
abr/19	Verde	51.413	48.254	1,07	167,83
mai/19	Amarela	48.586	53.064	0,92	114,92

Bandeira	2017	2018	2019	Média	Porcentagem
Verde	3	5	5	4,333333333	36,11%
Amarela	3	2	4	3	25,00%
Vermelha 1	4	0	3	2,333333333	19,44%
Vermelha 2	2	5	0	2,333333333	19,44%

Fonte:

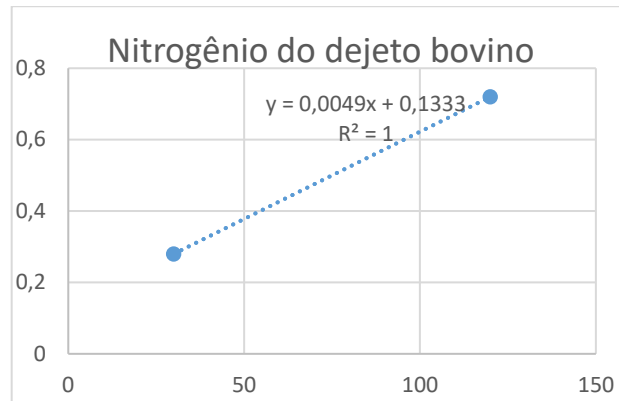
<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/20182125/Relat%C3%B3rio+do+Acionamento+das+Bandeiras+Tarif%C3%A1rias+-+maio+2020/9f4875ef-a540-ab62-5544-34b874073539>

Apêndice I – Regressão linear simples para encontrar a concentração de nutrientes do biofertilizante bovino em 74,07 dias de fermentação (Nitrogênio, Potássio e Fósforo)

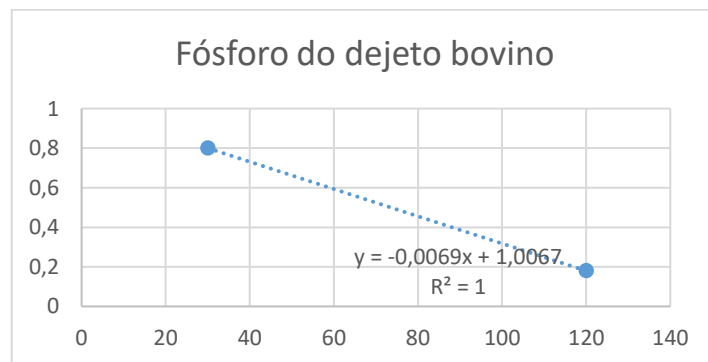
Nitrogênio	
Dias	Concentração
30	0,28
120	0,72

74,07407407

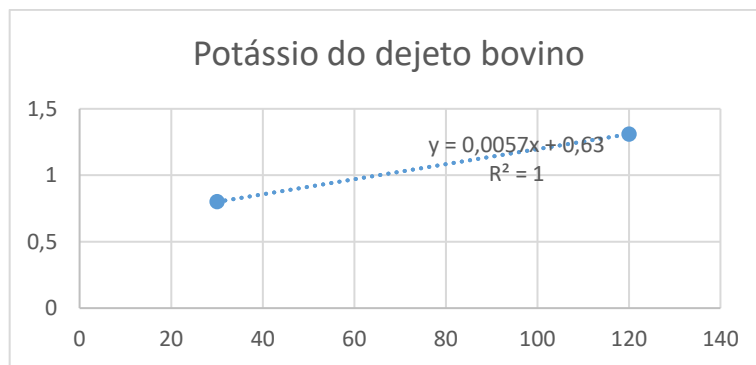
0,496262963



Fósforo	
Dias	Concentração
30	0,8
120	0,18
74,07407407	0,495588889

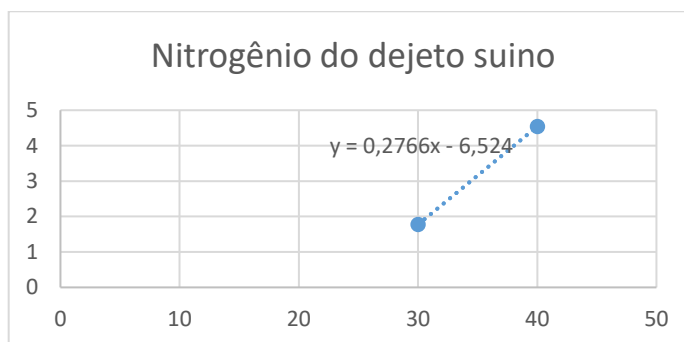


Potássio	
Dias	Concentração
30	0,8
120	1,31
74,07407407	1,052222222

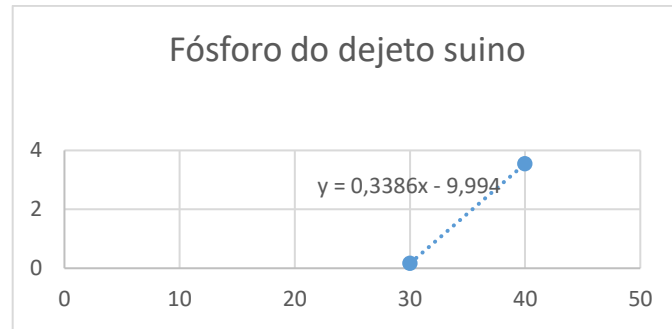


Apêndice J – Regressão linear simples para encontrar a concentração de nutrientes do biofertilizante suíno em 74,07 dias de fermentação (Nitrogênio, Potássio e Fósforo)

Nitrogênio	
Dias	Concentração
30	1,774
40	4,54
74,07407407	13,96488889



Fósforo	
Dias	Concentração
30	0,164
40	3,55
74,07407407	15,08748148



Potássio	
Dias	Concentração
30	1,092
40	1,26
74,07407407	1,832444444

