

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO**

Bernardo Vieira Mansur

**IMPLANTAÇÃO DE UMA SMART FARM: ESTUDO DE VIABILIDADE EM
SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA, RJ**

Campos dos Goytacazes/RJ

2021

2001

BERNARDO VIEIRA MANSUR

MPSAEG / IFF

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO**

Bernardo Vieira Mansur

**IMPLANTAÇÃO DE UMA SMART FARM: ESTUDO DE VIABILIDADE EM SÃO
FRANCISCO DO ITABAPOANA, RJ**

Renato Gomes Sobral Barcellos, D.Sc.

(Orientador)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Campos dos Goytacazes, RJ

2021

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

M289i Mansur, Bernardo Vieira
Implantação de uma Smart Farm: Estudo de Viabilidade em São Francisco do Itabapoana, RJ / Bernardo Vieira Mansur - 2021.
80 f.: il. color.

Orientador: Renato Gomes Sobral Barcellos

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.
Referências: f. 75 a 77.

1. Fazendas Inteligentes. 2. Sustentabilidade. 3. Eficiência Energética. 4. Eficiência Hídrica. I. Barcellos, Renato Gomes Sobral, orient. II. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO

Bernardo Vieira Mansur

IMPLANTAÇÃO DE UMA SMART FARM: ESTUDO DE VIABILIDADE EM SÃO
FRANCISCO DO ITABAPOANA, RJ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Aprovado em 23 de Dezembro de 2021.

Banca Examinadora:



Renato Gomes Sobral Barcellos, D. Sc.

Doutor em Geociências, Universidade Federal Fluminense (UFF), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) - (Orientador)



Angélica da Cunha dos Santos, D. Sc.

Doutora em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)



Milton Erthal Junior, D. Sc.

Doutor em Produção vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)

Dedico este trabalho ao meu avô e a sua filha, minha querida mãe.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Agradeço aos Professores do MPSAEG / IFF com quem convivi e de quem tive o privilégio de ser aluno em suas disciplinas.

A todos aqueles que ajudaram com o conhecimento técnico ou com o apoio moral.

RESUMO

A água e a energia são recursos essenciais que estão sendo exigidos cada vez mais pela sociedade. A diminuição no fornecimento destes implica em redução e prejuízos na produção agropecuária. O objetivo deste trabalho é implementar uma arquitetura de fazenda inteligente e sustentável para otimizar a utilização dos recursos, reduzindo os impactos em busca do desenvolvimento sustentável. A metodologia levou em consideração os trabalhos publicados, avaliação da área de estudo e levantamento das tecnologias. O levantamento dos recursos hídricos e energéticos, assim como das tecnologias sustentáveis, foram feitos em uma propriedade rural localizada no município de São Francisco do Itabapoana/RJ. Os resultados mostraram a ineficiência do fornecimento de energia elétrica pela concessionária e a necessidade de monitoramento da energia e da água. O projeto contempla a instalação de medidores eletrônicos de vazão de água e consumo de energia. Pode-se concluir que com a introdução de tecnologias mais limpas e monitoramento constante dos recursos se alcance a sustentabilidade no campo.

Palavras-chave: Fazendas Inteligentes; Sustentabilidade; Eficiência Energética; Eficiência Hídrica

ABSTRACT

Water and energy are essential resources that are being increasingly demanded by society. The decrease in their supply implies reduction and losses in agricultural production. The objective of this work is to implement a smart and sustainable farm architecture to optimize the use of resources, reducing impacts in pursuit of sustainable development. The methodology considered the published works, evaluation of the study area and technologies. The study of water and energy resources, followed by sustainable technologies, were carried out on a rural property located in the municipality of São Francisco do Itabapoana/RJ. The results showed the inefficiency of the electricity supply by the concessionaire and the need to monitor energy and water. The project includes the installation of electronic water flow and energy consumption meters. It can be concluded that with the introduction of cleaner technologies and constant monitoring of resources, sustainability in the farms could be achieved.

Keywords: Smart Farm; Sustainability; Energy Efficiency; Water Efficiency

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura de um Engenho Colonial.....	20
Figura 2 - Mapa da radiação solar global diária - média anual (MJ/m ² .dia)	22
Figura 3 - Mapa eólico brasileiro.	23
Figura 4 - Sistema de bombeamento solar.....	26
Figura 5 - Esquema de Agricultura de Precisão.	27
Figura 6 - Parâmetros utilizados para realização da busca.	29
Figura 7 - Diagrama de Venn.	30
Figura 8- Mapa de Localização e Acessos.	31
Figura 9 - Mapa Geológico.....	33
Figura 10 - Precipitação Mensal do Norte do Estado do Rio de Janeiro (1981-2010)...	34
Figura 11 - Histograma de consumo anual de energia.	38
Figura 12 - Conexão do instrumento em sistema trifásico 3 fios.	40
Figura 13 - Histograma de demanda de energia diária.	41
Figura 14 (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) – Gráficos de tensão obtidos através da análise dos dados do analisador de energia.	44
Figura 15 - Gráficos de análise das medições obtidas pelo analisador de energia.....	45
Figura 16 - Projeção remunerada (R\$) da geração de energia fotovoltaica	47
Figura 17 - Irradiação Solar no plano inclinado para o Município de São Francisco do Itabapoana, RJ Brasil.....	48
Figura 18 - Comparação da estimativa e da produção de energia anual - total.....	50
Figura 19 - Energia injetada pelo sistema de geração por painéis solares.	52
Figura 20 - Energia recebida pelo sistema de geração por painéis solares.....	53
Figura 21 - Balanço de energia pelo sistema de geração por painéis solares.....	55
Figura 22 - Medidor eletrônico de energia	56
Figura 23 – Sistema de rede elétrica com duas Unidades de Consumo.	57
Figura 24 - Pluviosidade Média Mensal (Fonte: Elaboração Própria)	59
Figura 25 – Perfil do estudo de vazão da cacimba.	61
Figura 26 - Medidor eletrônico de vazão de água.	64
Figura 27– Sistema de captação e consumo de água.....	65
Figura 28 - Evolução Anual da Produção de Litros de Leite (L).	67
Figura 29 - Estimativa Mensal da Produção do Laticínio	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conceitos, palavras-chave e tesouros a serem utilizados para a pesquisa....	28
Quadro 2 - Pontos de conexão em tensão nominal igual ou inferior a 1kV (220/127) ..	44
Quadro 3 - Resultados da Pesquisa de Opinião (%).....	69
Quadro 4 - Matriz Swot das agroindústrias do município.....	70
Quadro 5 - Balanced Scorecard das agroindústrias do município.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo médio de energia das máquinas e equipamentos.	39
Tabela 2 - Projeção remunerada (R\$) da geração de energia fotovoltaica.....	46
Tabela 3 - Energia injetada pelo sistema de geração por painéis solares.....	51
Tabela 4 - Energia recebida pelo sistema de geração por painéis solares.	52
Tabela 5 - Balanço de energia pelo sistema de geração por painéis solares.	53
Tabela 6 - Análise do PH e turbidez da água	63
Tabela 7 - Análise dos Coliformes Totais na água.....	63

LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IOT – Internet das Coisas

KWh – Quilowatt-hora

MPa – Mega Pascal

OMS – Organização Mundial da Saúde

PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

R\$ - Reais

UC – Unidade de Consumo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Importância e Motivação	16
1.2 Problema	17
1.3 Justificativa	17
1.4 Objetivos	17
1.4.1 Geral	17
1.4.2 Específicos	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Revolução Agrícola	19
2.1.1 Mecânica	19
2.1.2 Elétrica	21
2.1.2.1 Energia Solar	21
2.1.2.2 Energia Eólica	22
2.1.3 Revolução Verde	24
2.2 Fazendas Inteligentes	24
2.2.1 Internet das Coisas	25
2.2.2 Agricultura 4.0	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 Bibliometria	28
4.2 Caracterização da Área	30
4.2.1 Localização	30
4.2.2 Fisiografia	32
4.2.3 Geologia	32
4.2.4 Hidrografia	33
4.3 Energia	34
4.4 Água	35
4.5 Redes de Transmissão de Dados	36
4.5.1 Rede LoRa	36
4.5.2 Rede Mesh	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37

5.1 Dado Ambiental	37
5.1.1 Energia	37
5.1.1.1 Consumo e Utilização	37
5.1.1.2 Qualidade	40
5.1.1.3 Energia Solar	45
5.1.1.4 Projeto de Monitoramento	55
5.1.2 Água	58
5.1.2.1 Consumo e Utilização	58
5.1.2.1.1 Água da Chuva	58
5.1.2.1.1 Água Subterrânea	60
5.1.2.2 Qualidade	61
5.1.2.3 Projeto de Monitoramento	63
5.2 Dado Econômico	66
6 CONCLUSÃO	73
6.1 Ambiental	73
6.2 Econômico	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE I	78

1 INTRODUÇÃO

As inovações científicas, que vêm de encontro aos desafios da nossa época, possibilitam a utilização mais eficiente dos recursos naturais. A gestão mais consciente dos recursos hídricos e energéticos empregando as tecnologias e os processos inovadores podem nos levar a um desenvolvimento sustentável ambiental. Essas novas tecnologias também podem nos levar a sustentabilidade econômica, com a criação de iniciativas fundamentadas na manipulação técnica e racional dos recursos naturais, contribuindo para produção e venda de bens e *commodities* (CAVADAS, 2018).

A estimativa é que a população mundial chegue a 9,5 milhões em 2050. Sendo o crescimento da população urbana praticamente dobro, as cidades suportariam quase que toda a população atual, que é de cerca de 7,3 milhões de pessoas (GRAZIANO; MENDONÇA, 2016).

Para aumentar a sustentabilidade e qualidade de vida nas cidades, estas teriam que se tornar mais compactas e eficientes. Além de se tornarem mais coordenadas e conectadas com o campo para impulsionar a eficiência na utilização dos recursos (GRAZIANO; MENDONÇA, 2016).

As inovações científicas que buscam um desenvolvimento sustentável precisam fornecer água e energia para o consumo doméstico, industrial e agropecuário. Nestas três áreas, o consumo de água do mundo corresponde respectivamente a 11%, 19% e 70% (FAO, 2021) e a projeção de crescimento até 2030 , seria de 40% de água e de 50% de energia (UNESCO, 2014); (PNUD, 2021).

A agricultura está fortemente relacionada ao enfrentamento de muitos desafios, entre eles a perda de biodiversidade, mudança climática, escassez de água, pobreza rural, desnutrição e insegurança alimentar. Para isso, e para enfrentar esses desafios urgentes, tem havido muitas chamadas para transições de sustentabilidade em sistemas agroalimentares (EL BILALI et al., 2020).

Almejando contribuir para a melhor utilização desses recursos e atender as necessidades do produtor, o presente trabalho pretende apresentar um projeto de implantação de tecnologias que contribuem com o aumento da eficiência do circuito produtivo de uma fazenda, otimizando o consumo dos seus recursos naturais e reduzindo seus impactos ambientais. O primeiro passo para estas metas de produtividade mais eficiente está na automatização e monitoramento de parâmetros fundamentais para a gestão da produtividade da fazenda. Desta forma, almeja-se a excelência no desempenho técnico, antevendo as necessidades de priorização na eficiência de determinadas etapas produtivas, o controle das atividades e redução dos custos operacionais. A partir desta reorganização da gestão dos dados e informações pretende-se aprimorar a tomada de decisão do empreendimento.

1.1 Importância e Motivação

Tendo em vista o grande consumo de água na agropecuária e o aumento desta demanda também evidenciada em relação à energia nas próximas décadas, torna-se um desafio para a comunidade mundial a utilização desses recursos de maneira mais eficiente. Os sistemas integrados e as tecnologias empregadas vão ao encontro a esse desafio, mitigando suas perdas na captação/geração, distribuição e consumo.

1.2 Problema

O aumento populacional e de renda nos países em desenvolvimento está proporcionando uma transição de gêneros alimentícios, aumentando o consumo de carne, frutas e vegetais em relação a cereais. Isto gera uma mudança na produção agropecuária, aumentando a pressão sobre os recursos naturais (FAO, 2021).

1.3 Justificativa

O projeto tem como principal justificativa a redução da exposição das falhas constantes de fornecimento de energia elétrica e água na zona rural durante as atividades de produção agropecuárias. Nesse contexto, a busca de fontes de energias alternativas poderia aumentar a estabilidade da rede elétrica, reduzindo os custos e a dependência da rede de distribuição da concessionária de energia local. Da mesma forma, o tratamento e monitoramento da qualidade da água possibilitam benefícios à saúde da comunidade e dos animais da região.

1.4 Objetivos

1.4.1 Geral

Implementar uma arquitetura básica de uma *Smart Farm* cujo projeto possa ser escalonável, possibilitando novos investimentos e ampliação dos recursos com o tempo. Este objetivo procura ampliar sua sustentabilidade e diminuir o impacto sobre os recursos naturais.

1.4.2 Específicos

1. Identificar e avaliar as tecnologias disponíveis que possam ser empregadas para um projeto de *Smart Farm* Escalonável;
2. Propor um projeto para uma fazenda voltado para a gestão da energia elétrica e gestão dos recursos hídricos possibilitando sua ampliação futura;
3. Projetar o sistema de monitoramento dos recursos energéticos e hídricos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Revolução Agrícola

2.1.1 Mecânica

A agricultura em Portugal foi fortemente influenciada pelos engenhos mouros e árabes, chegando a ser mais desenvolvida que nos outros países da Europa. A apicata ou cegonha era utilizada para tirar a água do fundo do poço, enquanto a nora ou carneiro elevava a água para os campos mais íngremes e distantes. O Brasil também teve em seus primeiros tempos a agricultura sua principal atividade, a indústria do açúcar com o engenho colonial (Figura 1) só foi possível graças a outro invento mouro, o moinho de água ou azenha que tinha uma roda de madeira que era impulsionada pela queda de água para moer a cana de açúcar (FREYRE, 2001).

A humanidade vem construindo moinhos a tempos para utilizar o movimento do vento e da água em diversas atividades: bombear água, triturar grãos, cortar madeira entre outros.

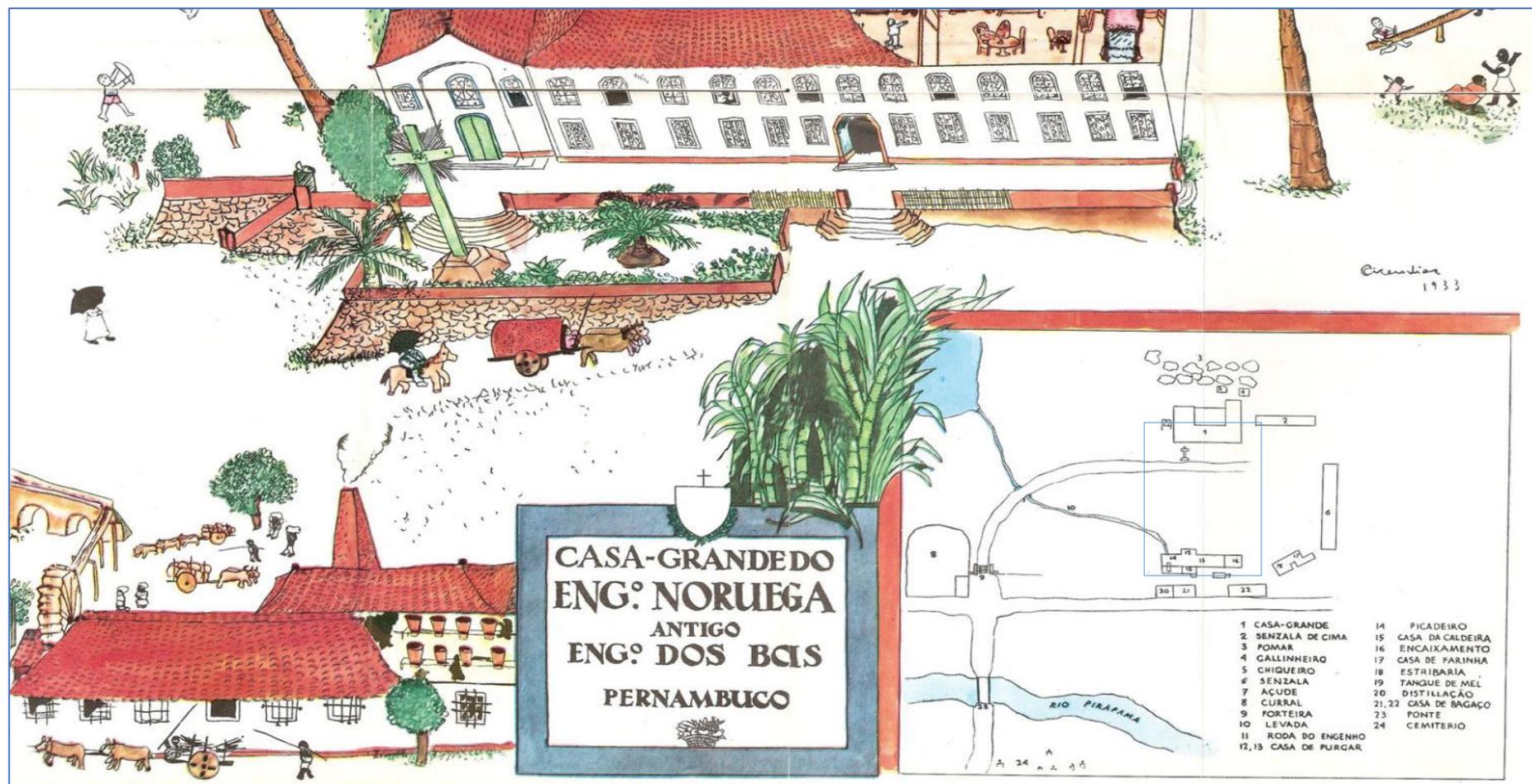


Figura 1 - Estrutura de um Engenho Colonial

Fonte: Modificada de (FREYRE, 2001)

2.1.2 Elétrica

O aumento do consumo de energia traz a preocupação do esgotamento de fontes convencionais não renováveis. As energias alternativas incluem a geração a partir de fontes renováveis, que são a energia eólica, fotovoltaica, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs), biomassa, geotérmica e células a combustível (ANDRADE JÚNIOR, 2017).

2.1.2.1 Energia Solar

A energia solar aproveita a fonte de luz do Sol para gerar eletricidade por meio de painéis fotovoltaicos. Sendo a energia mais promissora para os desafios futuros, por ser abundante, limpa e renovável.

O Brasil possui altos níveis de insolação por sua localização e extensão territorial, chegando a milhares de vezes o seu consumo de energia. Os maiores índices de radiação solar são encontrados na região nordeste, onde as médias anuais estão entre as mais altas do planeta. A quantidade de radiação solar no Brasil varia entre 8 e 22MJ/m² dia (Figura 2) (CHIGUERU, 2000).

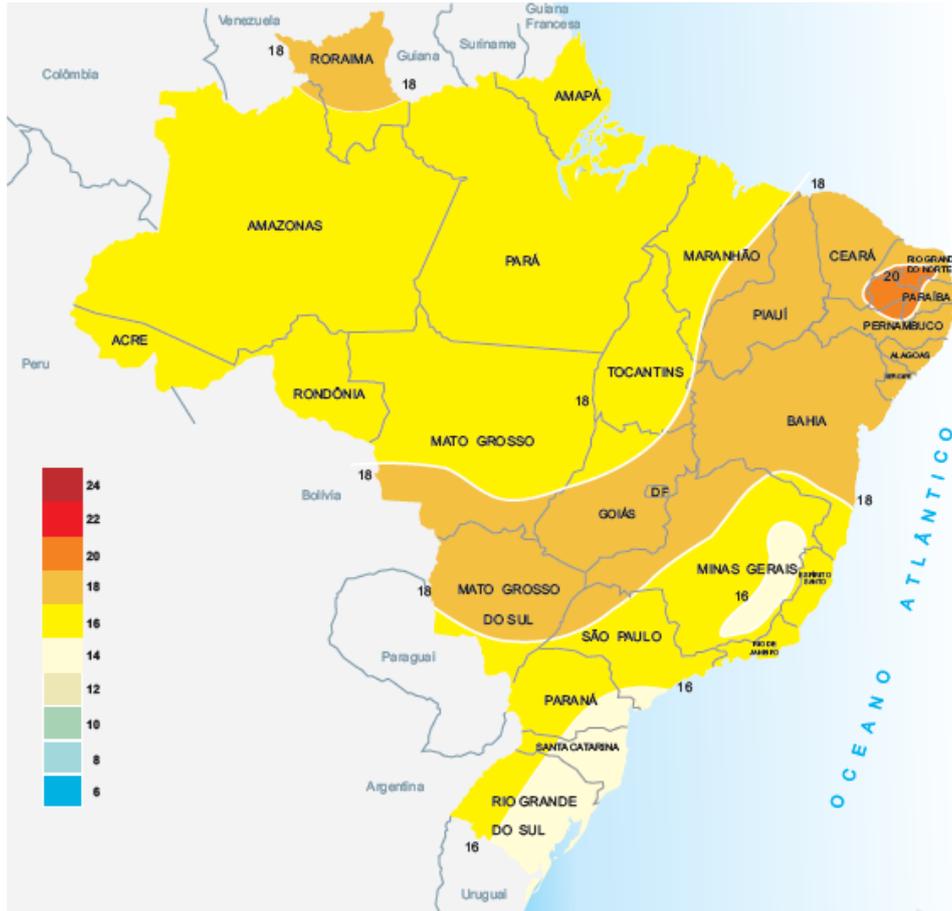


Figura 2 - Mapa da radiação solar global diária - média anual (MJ/m².dia)

Fonte: (CHIGUERU, 2000)

2.1.2.2 Energia Eólica

A energia eólica é proveniente dos ventos e tem sua origem no deslocamento das massas de ar quente e frio. A força do vento é captada pelas hélices de uma turbina eólica acoplada ao eixo do gerador, denominado também como aerogerador para geração de eletricidade. A intensidade de energia elétrica gerada depende da densidade do ar, da velocidade do vento e da área coberta pela rotação das hélices (ANEEL, 2008).

O mapa eólico do Brasil mostra o fluxo de potencial (W/m^2) e a velocidade média (m/s) anual dos ventos a uma altura de 50 metros. O maior potencial eólico está no litoral das regiões do Nordeste, Sudeste e Sul. A região de São Francisco de Itabapoana está predominantemente em amarelo, onde a velocidade média varia entre 6 e 7 W/m^2 (Figura 3) (SÁ, 2001).

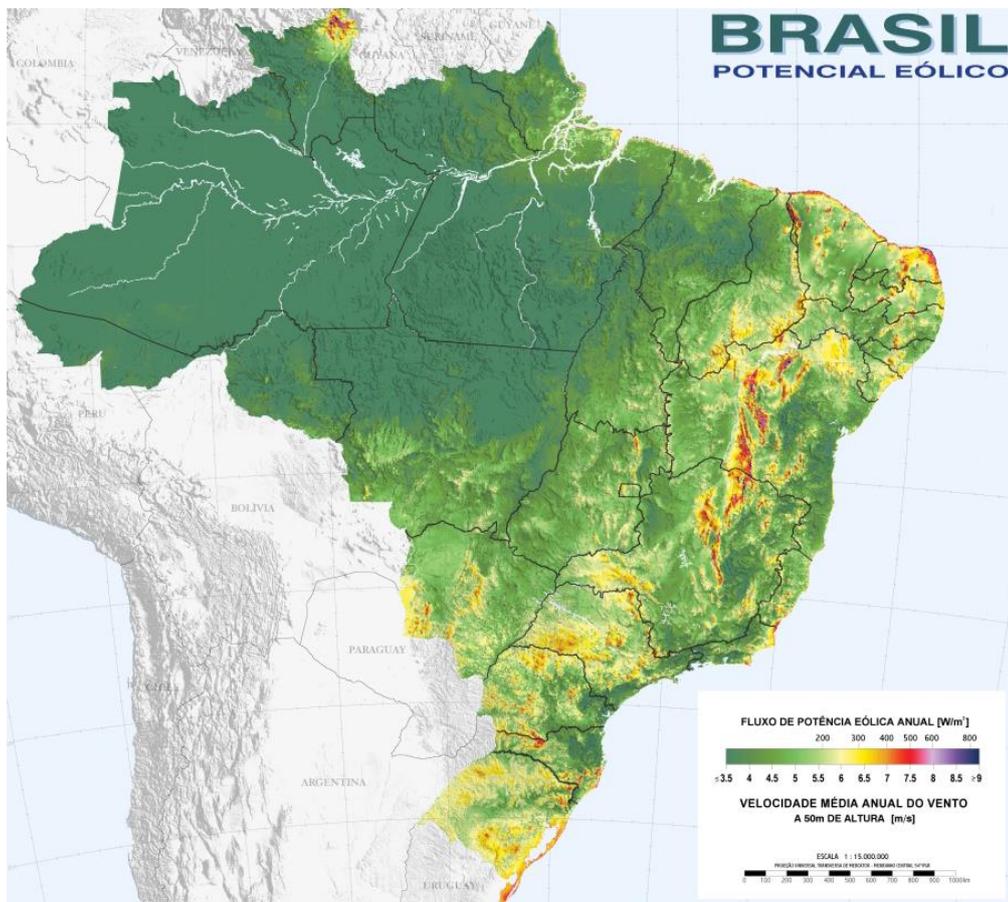


Figura 3 - Mapa eólico brasileiro.

Fonte: (SÁ, 2001)

2.1.3 Revolução Verde

Na segunda metade do século 20, centros de pesquisa contribuíram para o desenvolvimento de variedades para muitas culturas. Entre essas variedades temos principalmente os cereais, o arroz, o trigo e o milho que contribuíram para grandes aumentos na produção agrícola. Esse aumento de produtividade das sementes modificadas, que veio acompanhada da utilização de agroquímicos (fertilizantes e defensivos) e mecanização agrícola, foi chamado de revolução verde (FAO, 1996) (EVENSON; GOLLIN, 2003)

A introdução desse pacote de tecnologias no Brasil, o tirou da condição de subsistência, importando alimentos, para grande produtor, exportando o seu excedente. As sementes foram melhoradas geneticamente para suportarem as condições de solo e clima, além de serem mais tolerantes as pragas dos trópicos. O uso de corretivos e fertilizantes nos solos considerados pouco produtivos ou improdutivos, como o do cerrado, tornou essas terras férteis para diversas culturas. A mecanização trouxe a técnica do plantio direto, que com uma única operação abre um sulco na terra para fazer a semeadura e adubação, eventualmente a aplicação do herbicida (EMBRAPA, 2018).

2.2 Fazendas Inteligentes

O conceito de fazendas Inteligentes é uma iniciativa para preservar os recursos e manter uma produção sustentável. O desenvolvimento de novas tecnologias não se limita a área da mecânica e eletrônica, compreendem aspectos da engenharia e computação, indo ainda mais além na economia e no comércio (EL BILALI et al., 2020).

Novas tecnologias digitais e serviços ajudam os agricultores a reduzir as ineficiências e oferecer maior eficiência no uso de recursos (EL BILALI et al., 2020). Aproximadamente

24% dos alimentos para consumo humano sofre perdas e desperdícios em todas as fases da produção até chegar à mesa do consumidor final (GRAZIANO; MENDONÇA, 2016).

2.2.1 Internet das Coisas

A mecanização na fazenda permitiu o aumento da produtividade das terras agrícolas disponíveis e iniciou a migração da população das áreas rurais para as áreas urbanas. O desenvolvimento dos automóveis permitiu maior mobilidade da força de trabalho e mais atividades recreativas. O computador pessoal permitiu a automação de muitas tarefas rotineiras com maior precisão e eficiência. A Internet começou a derrubar barreiras geográficas e melhorar a igualdade entre as pessoas em uma escala global (CISCO, 2018b)

A Internet das Coisas (IoT) é a conexão de uma infinidade de dispositivos inteligentes e sensores conectados à internet. Os atuadores coletam os dados e a internet permite o seu compartilhamento para uso e análise de indivíduos e organizações. (CISCO, 2018b). A interação entre os dispositivos conectados permite que o mundo físico e digital se limite a coisas, pessoas, processos e dados (BUYYA; DASTJERDI, 2016).

As aplicações nas fazendas inteligentes incluiriam práticas modernas de monitoramento, gerenciamento, abastecimento e colheita (FRIHA et al., 2021). Assim como o monitoramento da rede de água e energia, que pode ser feito em tempo real por meio de dispositivos conectados à internet que auxiliam o gerenciamento (CISCO, 2018b).

A agricultura de precisão avança no sentido de que as informações dos sensores são analisadas instantaneamente por microcontroladores já programados para tomar a decisão correta para os diferentes cenários. Além do sistema disponibilizar os dados na internet e

utilizar energia solar na bomba de água (Figura 4) (SIRISAMPHANWONG; WONGTHAI; NGOENMEESRI, 2019).

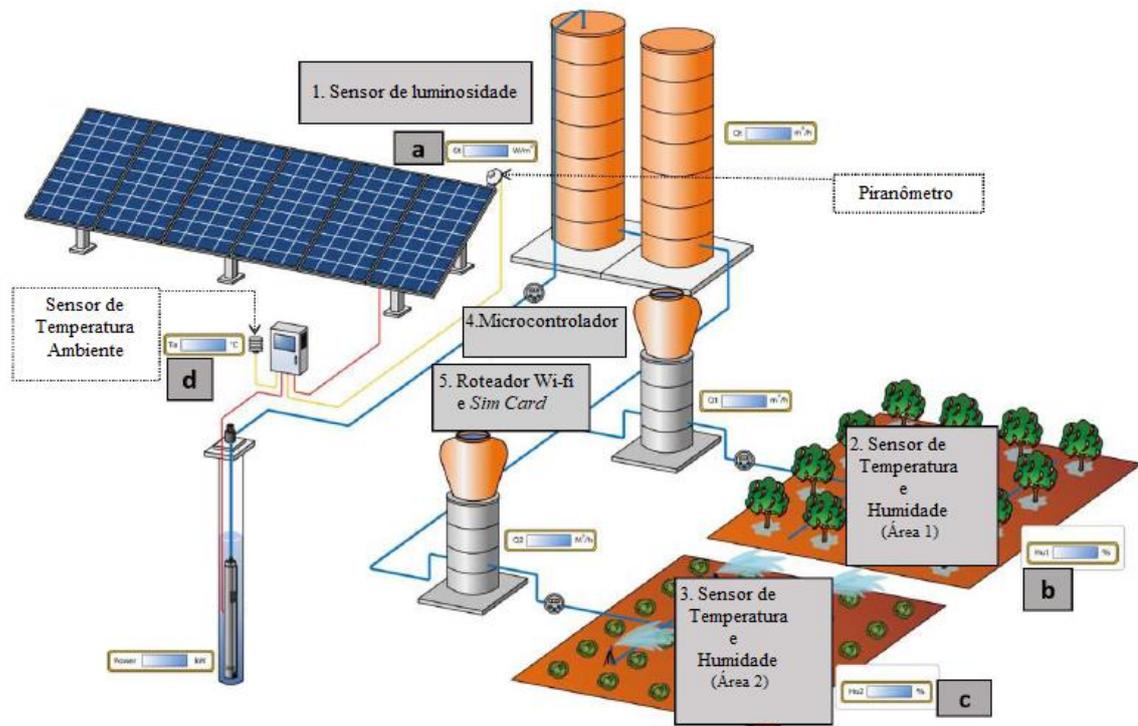


Figura 4 - Sistema de bombeamento solar.

Fonte: Modificado de (SIRISAMPHANWONG; WONGTHAI; NGOENMEESRI, 2019)

2.2.2 Agricultura 4.0

As agricultura de precisão utiliza de sensores conectados à internet por uma estação de controle, o processamento da informação em quase tempo real auxilia o monitoramento da lavoura para melhorar a tomada de decisão (Figura 5) (VEERACHAMY; RAMAR, 2021).

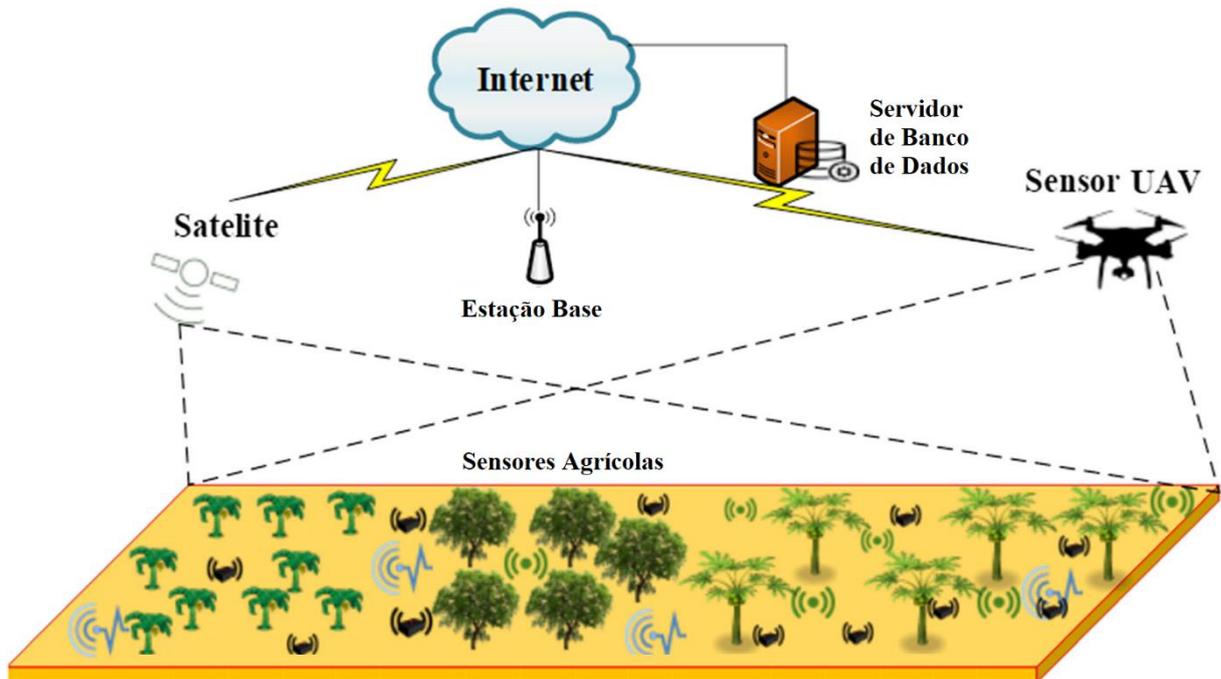


Figura 5 - Esquema de Agricultura de Precisão.

Fonte: Modificado de (VEERACHAMY; RAMAR, 2021)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As tecnologias identificadas a partir da bibliografia encontradas no levantamento bibliométrico serão avaliadas para implantação no local em que se encontra a propriedade rural compatibilizando-a com as tecnologias já instaladas.

A implantação dessas tecnologias precisa ser embasada por levantamentos da qualidade / quantidade de energia e água necessárias para suprir o seu correto funcionamento.

O monitoramento dos dados de água e energia permitiriam o controle e correção de falhas no suprimento para as máquinas e instalações. Os dados serão fornecidos por sensores que medem a vazão e a voltagem / corrente. Estes medidores seriam instalados nos pontos de maior consumo para mensurar, armazenar e transmitir os dados. O carregamento dos dados

armazenados pelos equipamentos seria feito periodicamente ou preferencialmente em tempo real.

4.1 Bibliometria

Os conceitos pesquisados na base Scopus® (www.scopus.com), que abrange diversas áreas do conhecimento e onde estão indexados relevantes artigos científicos, foram *sustainable and farms*. Essas palavras-chave e seus termos relacionados são os seguintes (:

Quadro 1 - Conceitos, palavras-chave e tesouros a serem utilizados para a pesquisa.

Fatores	Termos	Tesouros
A: Gestão	Smart Farm	Smart Agriculture, Agriculture 4.0
B: Tecnologia	I.O.T	Big Data, Wireless Sensor, Cloud Computing
C: Meio Ambiente	Field Information	Sustainable Agriculture, Renewable Energy

Após a definição dos termos relacionados no Quadro 1, é formulada a consulta para busca na base Scopus®, conforme apresentado na Figura 6 abaixo.

(

TITLE-ABS-KEY ("Smart Farm" OR "Smart Agriculture" OR "Agriculture 4.0")

Conceito A (Gestão)

AND

```

TITLE-ABS-KEY ("IOT" OR "Big Data" OR "Wireless Sensor" OR " Cloud
Computing")
# Conceito B (Tecnologia)

AND

TITLE-ABS-KEY ("Field Information" OR "Sustainable Agriculture" OR "Renewable
Energy")
# Conceito C (Meio Ambiente)

) AND ( EXCLUDE

    ( PUBYEAR, 2021 )

)

```

Figura 6 - Parâmetros utilizados para realização da busca.

Fonte: Elaboração Própria.

A pesquisa encontrou artigos para cada um dos conceitos estudados, em separado e em conjunto, seus resultados estão ilustrados no Diagrama de Venn (Figura 7).

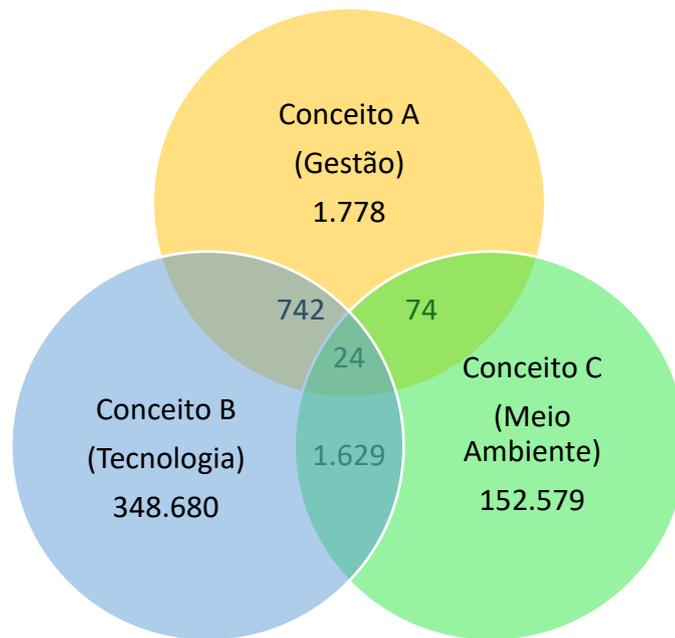


Figura 7 - Diagrama de Venn.

Fonte: Elaboração Própria.

A quantidade de publicações envolvendo os três conceitos pesquisados representa menos do que 1% do total de publicações encontradas. Entre estas 24 publicações, duas se destacam descrevendo a arquitetura de uma smart farm, temos Veerachamy *et al.* 2021 e Sirisamphanwong *et al.* 2019.

4.2 Caracterização da Área

4.2.1 Localização

O local de estudo é o imóvel rural denominado “Bela Vista”, confrontando a estrada do “Passo Calado” e o Rio Itabapoana. Está situado a norte da cidade de Praça João Pessoa, no antigo 4º Distrito do Município de São João da Barra (RJ), atualmente 3º Distrito do Município de São Francisco do Itabapoana (RJ) (Figura 8).

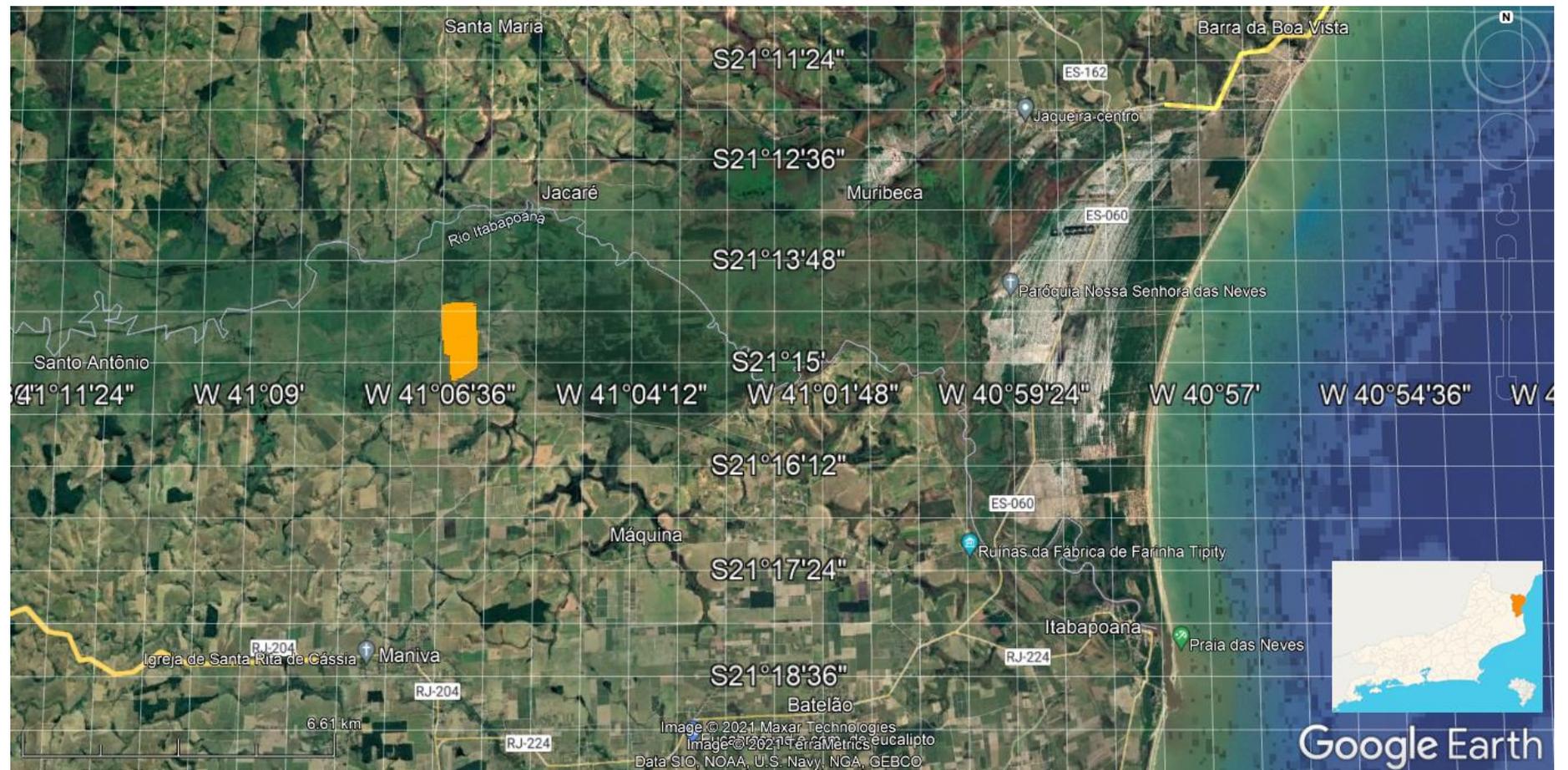


Figura 8- Mapa de Localização e Acessos.

Fonte: (EARTH, 2021)

4.2.2 Fisiografia

O relevo é formado por planícies costeiras que são cortadas por córregos e canais abertos para escoar as águas do Rio Itabapoana em períodos de cheia.

A litologia da região é constituída por sedimentos relativos a aluviões atuais e terraços mais antigos do Holoceno. O relevo é formado por planícies costeiras. O clima é quente, com uma temperatura média acima de 18°C em todos os meses e caracterizado como úmido, com 1 a 3 meses seco (BDIA, 2021).

4.2.3 Geologia

O limite do estado do Rio de Janeiro com o Espírito Santo, abrange os depósitos terciários da Formação Barreiras e quaternários (litorâneos, fluviais e paludiais). A litologia da região é constituída por sedimentos relativos a aluviões atuais e terraços mais antigos do Holoceno (Figura 9).

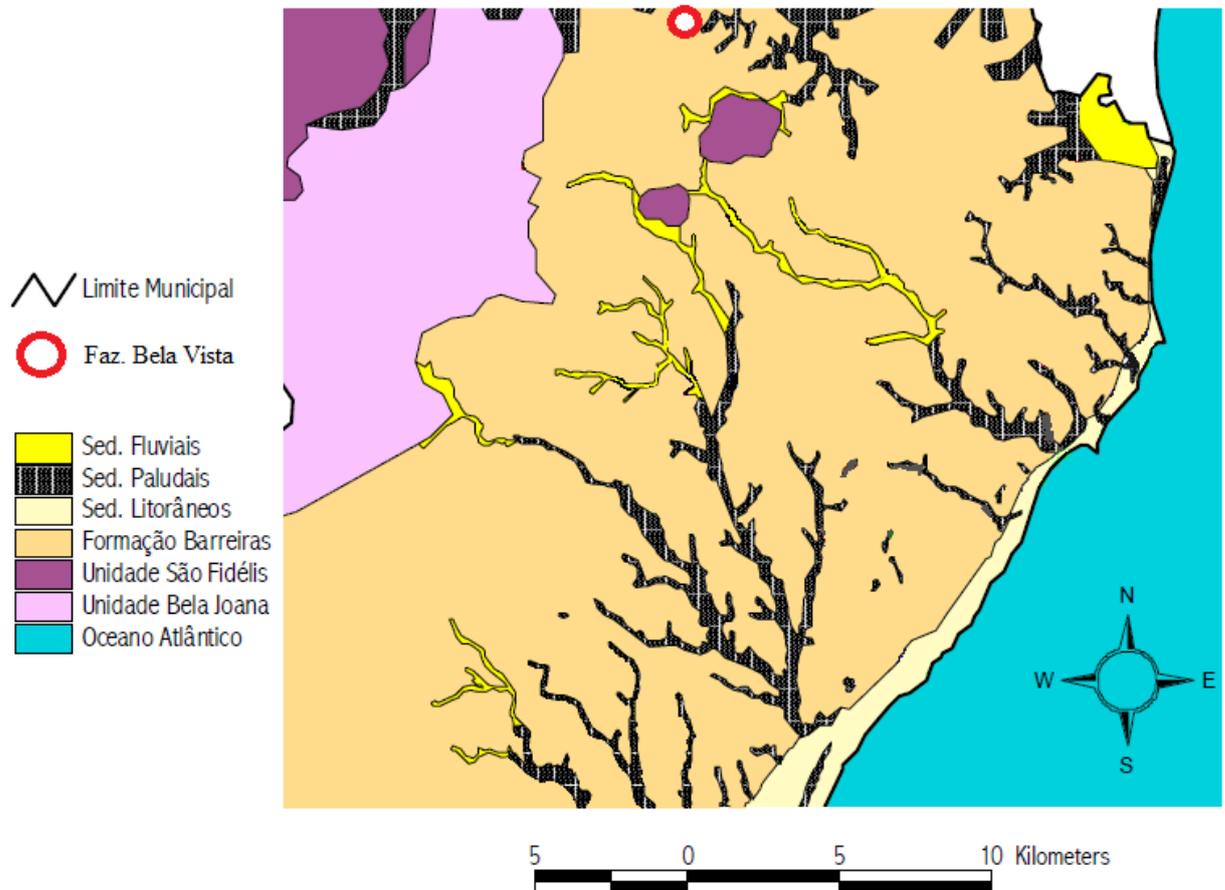


Figura 9 - Mapa Geológico.

Fonte: (REIS, 1982); (JÚNIOR et al., 2002)

4.2.4 Hidrografia

As chuvas de verão ocorrem no período de outubro a março (Figura 10), mas é a partir de dezembro que os rios começam a transbordar, deixando assim, a planície alagada. Este fato ocorre apesar do antigo pântano ter sido saneado, com a retificação do meandrante Rio Itabapoana e com a abertura do canal denominado Rio da Draga, próximo ao morro da sede, desembocando na Lagoa Feia.

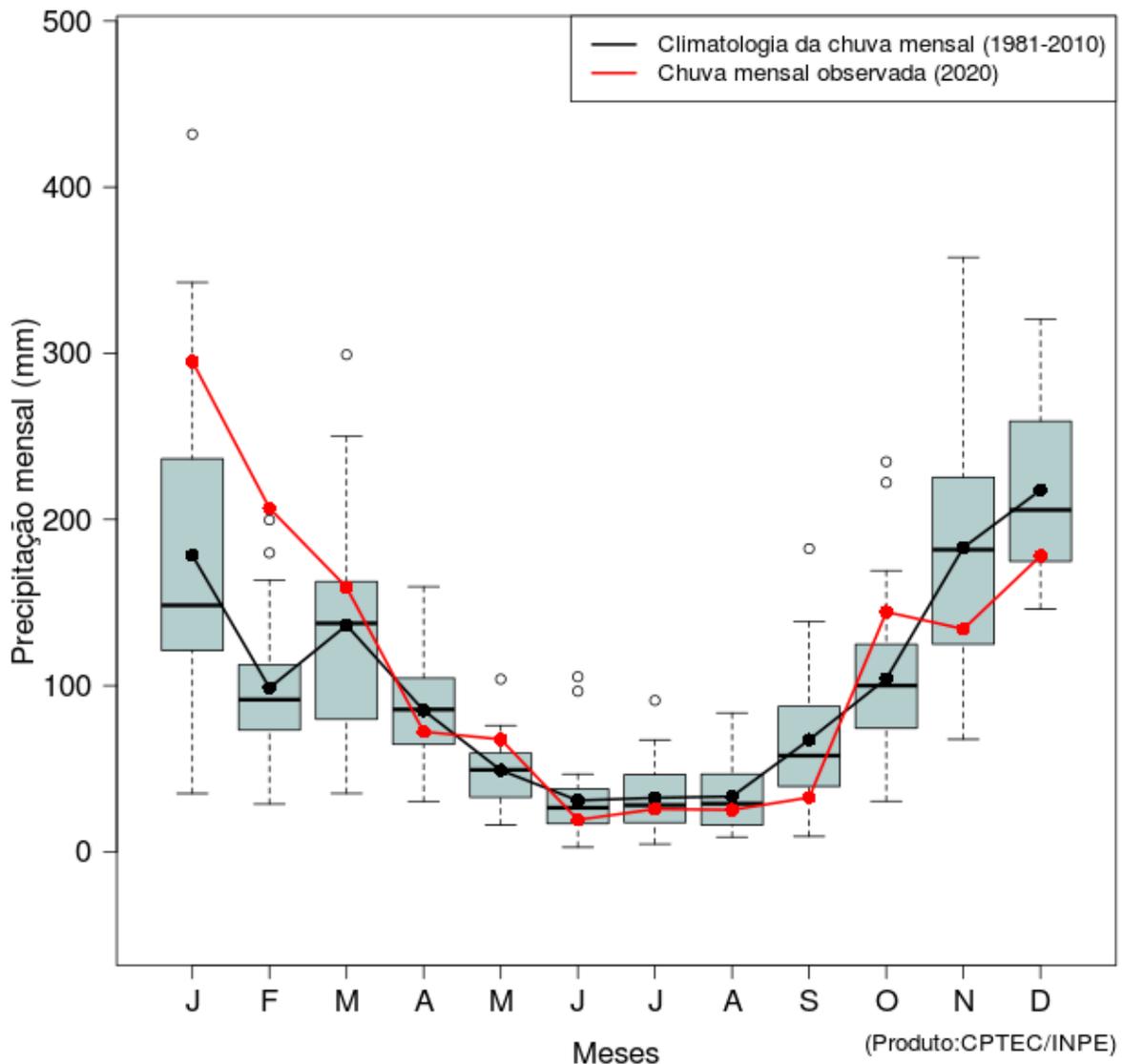


Figura 10 - Precipitação Mensal do Norte do Estado do Rio de Janeiro (1981-2010).

Fonte: (CPTEC/INPE, 2021)

4.3 Energia

O levantamento das máquinas que usam energia elétrica no campo irá mostrar a demanda necessária para viabilizar a atividade rural.

A análise da qualidade do suprimento de energia pela concessionária servirá como base para a instalação de novas tecnologias, ajudando a planejar o dimensionamento e a instalação elétrica dos equipamentos que possam otimizar essa atividade em questão. As

falhas no fornecimento de energia têm motivado a busca de energias alternativas que poderiam conferir mais autonomia.

O posterior monitoramento com sensores de voltagem / corrente irá servir como ajuste da estimativa e controle da qualidade de energia recebida pelos equipamentos, aumentando sua vida útil. A modernização da atividade demanda energia para as máquinas, entre elas resfriador, ordenha, ebulidor e bomba de água (UPTON et al., 2013).

4.4 Água

A quantidade e a qualidade da água serão tratadas de maneira conjunta e inseparável. Tanto a disponibilidade como a composição da água são elementos essenciais ao uso do homem do campo e a atividade agropecuária.

A qualidade da água subterrânea será determinada pela análise dos principais parâmetros físico-químicos: PH, Turbidez e Temperatura. Sendo constatado valores abaixo do esperado, uma análise bacteriológica será realizada.

A identificação dos poços de água será feita de acordo com a sua localização, por coordenadas geográficas e utilização, para uso doméstico ou agropecuário. As suas características construtivas serão levantadas de acordo com os itens abaixo:

Nível da água (m): distância da boca do poço ao nível d'água;

Profundidade (m): distância da boca do poço ao fundo da escavação;

Altura da Boca em relação ao solo;

Disposição construtiva: tubular ou cacimba;

Diâmetro (cm);

O estudo da vazão será feito nas cacimbas da região. O monitoramento da vazão será feito na rede de água encanada, com um medidor analógico ou eletrônico com sensor tipo turbina, que converte a velocidade angular em pulsos elétricos.

4.5 Redes de Transmissão de Dados

A rede permite a comunicação e o compartilhamento de informações. A transmissão de dados começa com uma informação sendo enviada de um dispositivo para outro. O método usado para enviar, receber e interpretar a mensagem muda ao longo do tempo com o avanço tecnológico. Os métodos de comunicação têm três elementos em comum, o remetente que envia a mensagem, o destinatário que recebe a mensagem e o canal que é o meio de transmissão (CISCO, 2018a).

4.5.1 Rede LoRa

Long Range (LoRa) é uma tecnologia de comunicação a partir de uma rede de longa distância e baixa potência que opera em uma banda de frequência, transmitindo informações em intervalos superiores a 20 km em paisagens rurais. Isso é importante em aplicações onde o LoRa pode ser usado como um sistema de navegação terrestre ou em uma rede de sensores sem fio (KOLOBE; LEBEKWE; SIGWENI, 2021).

4.5.2 Rede Mesh

A Rede Mesh é uma tecnologia de ponta usada inicialmente no meio militar e empresarial para aumentar a cobertura do sinal de Wi-Fi e garantir a alta qualidade de conexão. O sistema Wi-Fi é formado por uma rede de dois ou mais módulos, que se comunicam e distribuem o sinal para formar uma malha que irá cobrir todo o ambiente. A instalação dos módulos em locais estratégicos constrói esses pontos de contato, que são uma alternativa aos tradicionais roteadores e repetidores, para aumentar a velocidade e estabilidade (INTELBRAS, 2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Dado Ambiental

5.1.1 Energia

A energia elétrica empregada atualmente na maior parte das propriedades rurais é fornecida por meio da concessionária e dos geradores a combustão, para substituir a última por fontes renováveis teríamos mais em evidência a energia solar.

As energias renováveis pesquisadas que configuram como uma inovação da produção de energia elétrica são a solar, eólica e a híbrida, que é uma associação das duas anteriores.

Ao gerar a própria energia se caminha para a autossuficiência energética. Além de garantir um ganho financeiro contribuirá para o meio ambiente ao diminuir o uso de fontes não renováveis de energia.

5.1.1.1 Consumo e Utilização

O gráfico foi traçado utilizando como base as informações de energia da Fazenda Bela Vista, que se encontram nas faturas de energia da UC: 2883844 e UC: 2794463, que foram recebidas mensalmente da concessionária de energia ao longo do ano de 2021. As informações de consumo em kWh correspondem à média do que foi gasto em uma hora durante o mês em questão (Figura 11).

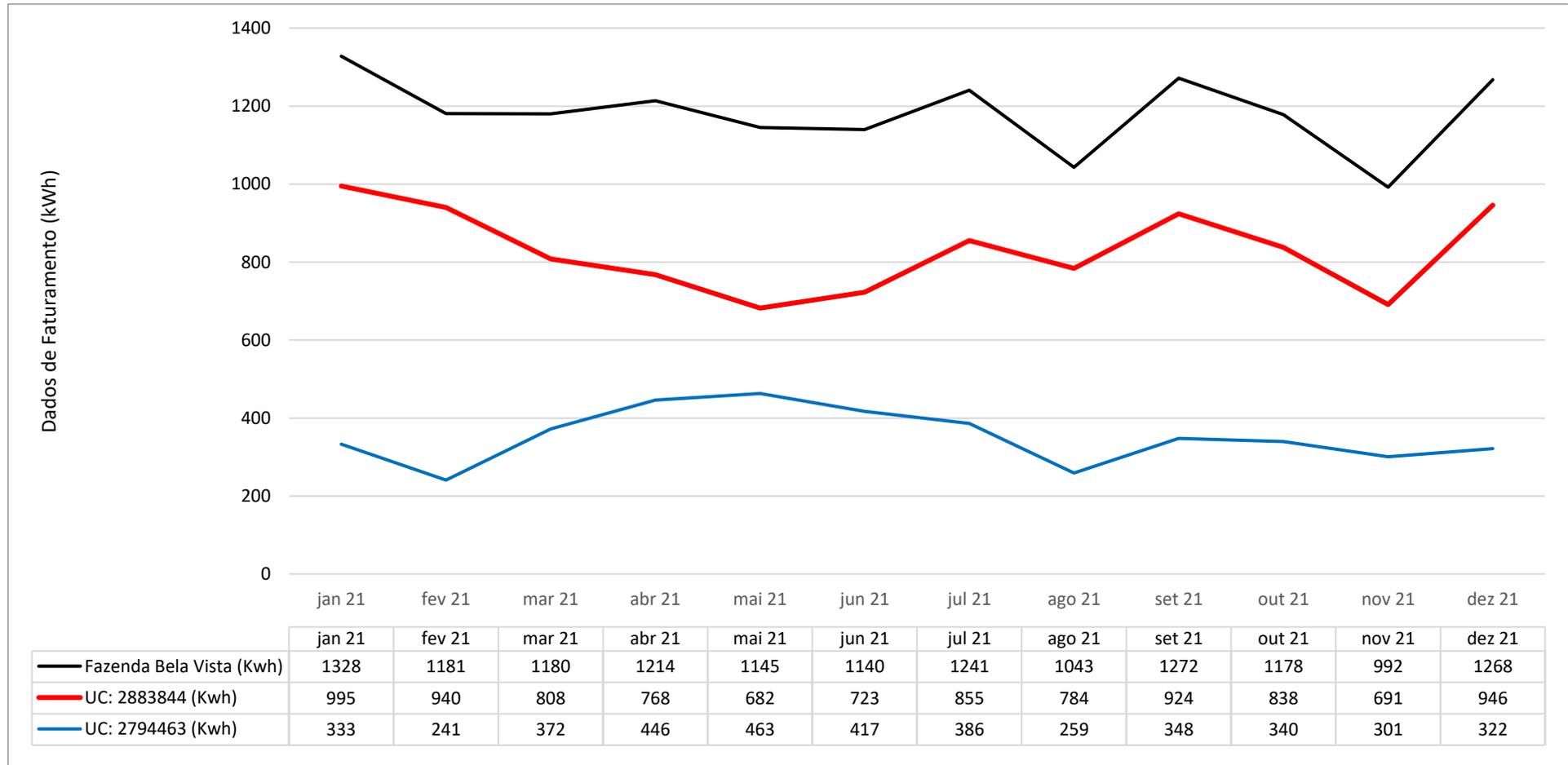


Figura 11 - Histograma de consumo anual de energia.

A linha preta corresponde ao valor de energia gasto na fazenda, sendo o somatório das duas unidades de consumo. O padrão de consumo das unidades segue a mesma tendência no mês de janeiro a fevereiro e de julho a dezembro, enquanto nos meses de fevereiro a julho seguem uma tendência oposta. A curva da fazenda atingiu o seu máximo em janeiro, cerca de 1328 kWh, e o mínimo em novembro, onde se mantém em 992 kWh. Durante o período de estudado, a média de consumo da UC: 2883844 ficou em 830 kWh.

As demandas energéticas das máquinas são fixas, porém o consumo de energia elétrica vai variar de acordo com o tempo de utilização dos equipamentos instalados para a atividade rural. A atividade em questão é a leiteira, onde a retirada do leite é feita pela ordenhadeira, e a sua conservação por um tanque resfriador. Além de outros equipamentos para o funcionamento do curral, ainda temos mais alguns instalados na casa do proprietário (Tabela 1).

Tabela 1 - Consumo médio de energia das máquinas e equipamentos.

UC: 2883844 (Kwh) QUANTIDADE POTÊNCIA (KW) TEMPO (H) KWH/MÊS

BOMBA D'ÁGUA	1	1,5	1,5	66,2
ORDENHADEIRA	1	2,2	3,0	198,6
RESFRIADOR	1	1,5	8,0	353,0
RABO QUENTE	1	5,5	0,2	38,0
GELADEIRA	1	0,5	6,0	90,0
CHUVEIRO	1	5,5	0,2	39,6
ILUMINAÇÃO	---	0,5	3,0	45,0
TOTAL	6	17,1	22,0	830,4

O levantamento do potencial instalado de cada equipamento da unidade consumidora totalizou 17,1 KW, o tempo de utilização de cada máquina foi alterado, dentro da faixa que permite cumprir a atividade proposta, para espelhar a média do consumo mensal.

5.1.1.2 Qualidade

A qualidade da energia elétrica recebida na rede de distribuição da propriedade é importante para a correta operação dos equipamentos elétricos. Os problemas que podem surgir no funcionamento dos equipamentos são ocasionados pelos distúrbios na qualidade e descontinuidade do fornecimento de energia. O distúrbio de qualidade de energia pode ser classificado como qualquer anomalia referente a tensão, corrente ou desvio de frequência.

O analisador de energia, Minipa ET 5061C, foi ligado no quadro geral da propriedade na UC: 2883844 (Figura 12) seguindo os procedimentos de distribuição elétrica (ANEEL, 2018).

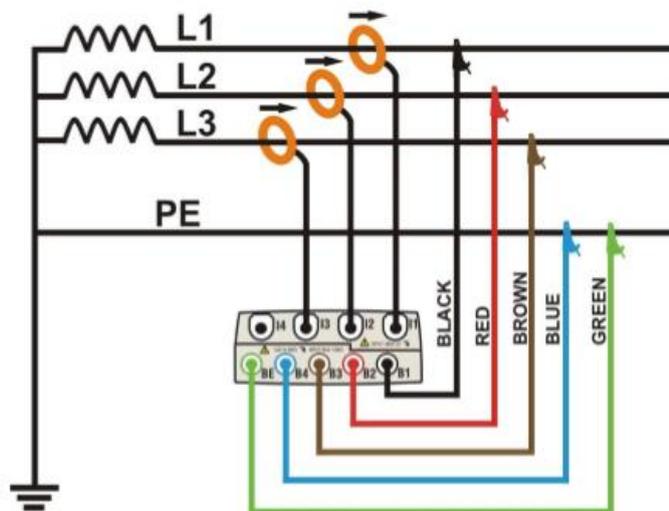


Figura 12 - Conexão do instrumento em sistema trifásico 3 fios.

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados entre o dia 25 de novembro a 1 de dezembro de 2018, totalizando 1008 leituras válidas obtidas em intervalos consecutivos (período de integralização) de 10 minutos cada. A coleta foi coordenada pelo Prof. Luiz

Maurício Lopes, do Instituto Federal Fluminense (IFF) e auxiliada por Juliana Costa, aluna do curso de Engenharia Elétrica (IFF).

A potência total das três fases foi registrada pelo analisador, mostrando a demanda de energia diária (Figura 13).

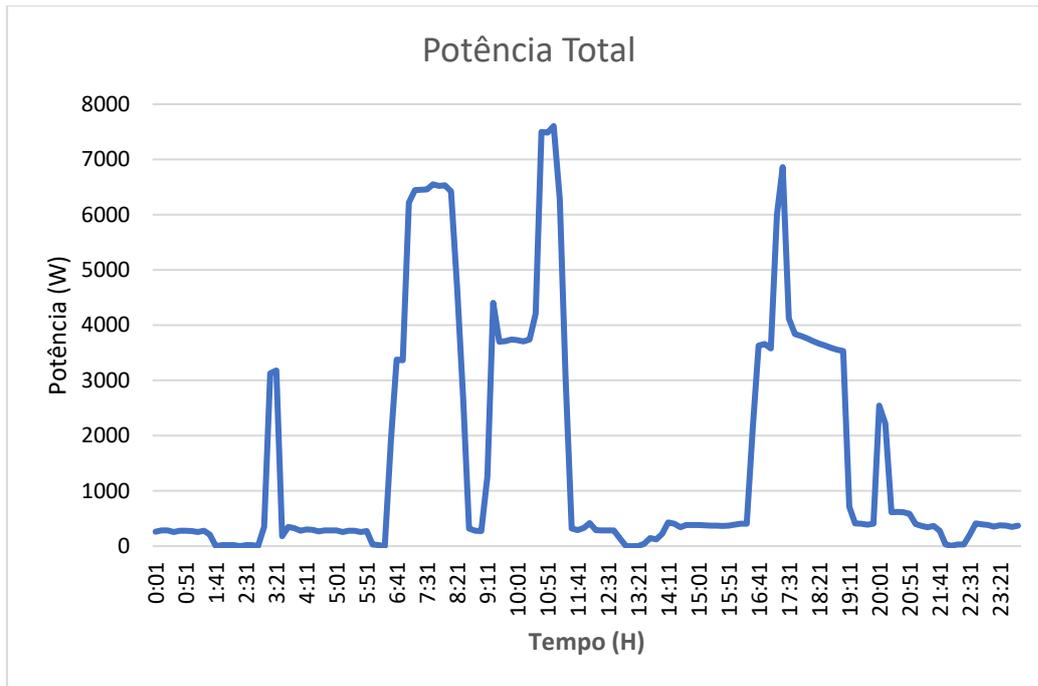


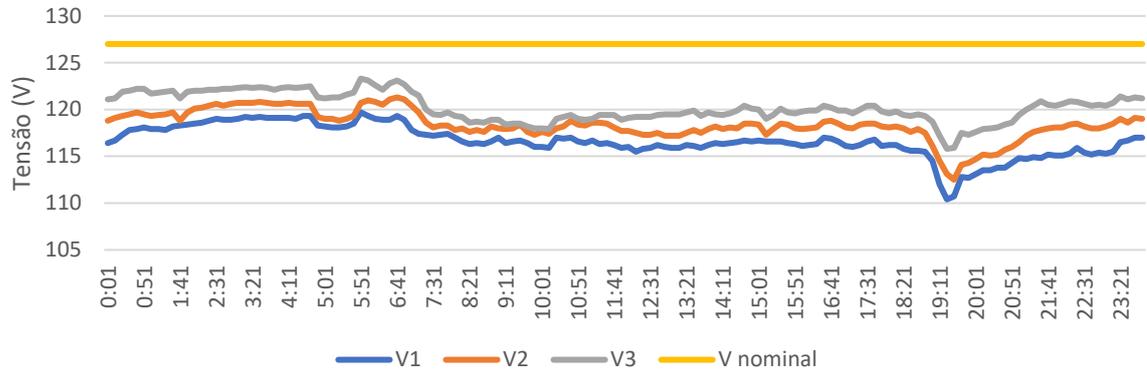
Figura 13 - Histograma de demanda de energia diária.

Fonte: Modificado de (ANDRADE JUNIOR; COSTA, 2019)

A maior demanda de energia foi em dois períodos do dia, de 6:30h às 11h e de 16:30h às 19h. Esses períodos de sobrecarga coincidem com o horário de funcionamento da ordenhadeira e o horário em que o caseiro chega à sua casa, depois do expediente.

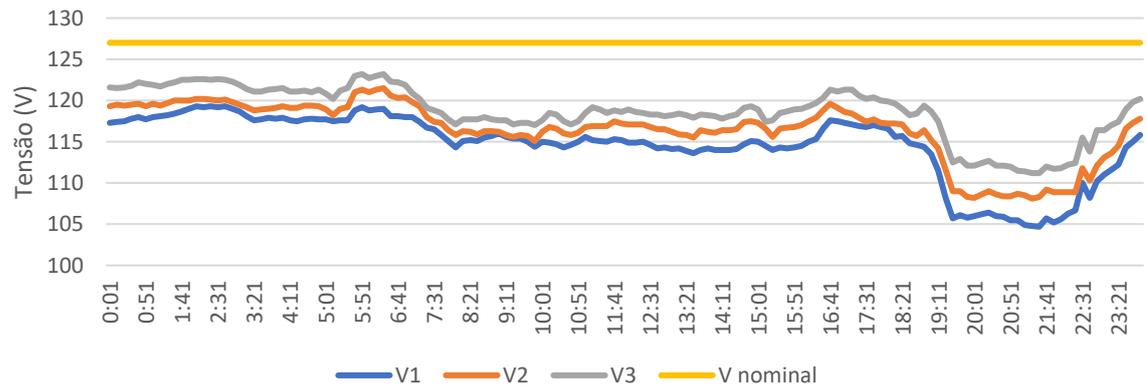
A leitura da tensão, em cada dia de coleta, foi feita com o intervalo de tempo de dez minutos, em que não ocorrem distúrbios elétricos capazes de invalidar a mesma (Figura 14).

25/11 (Domingo)



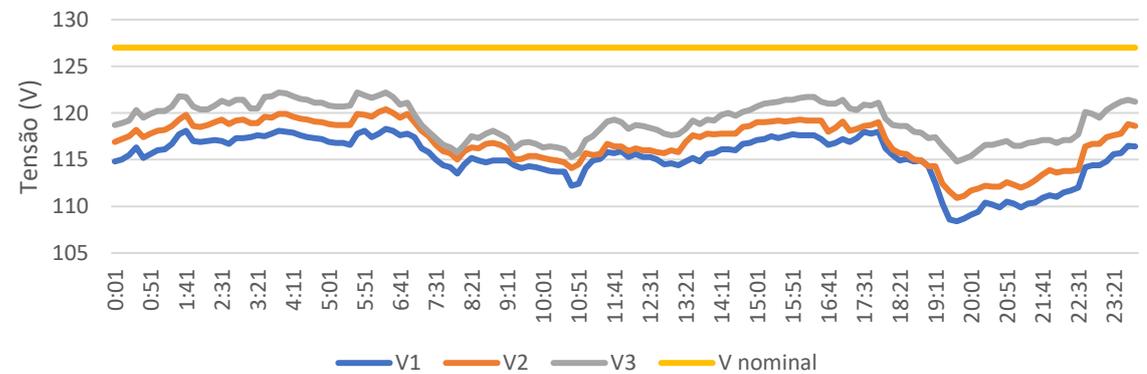
(a)

26/11 (Segunda)



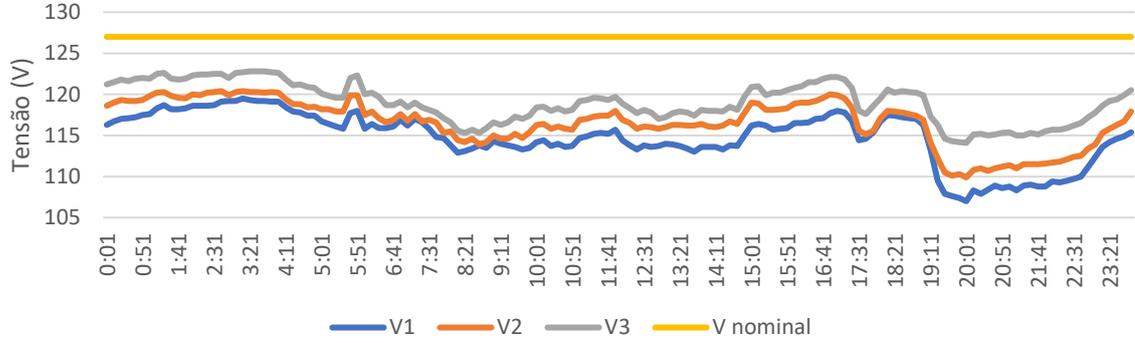
(b)

27/11 (Terça)



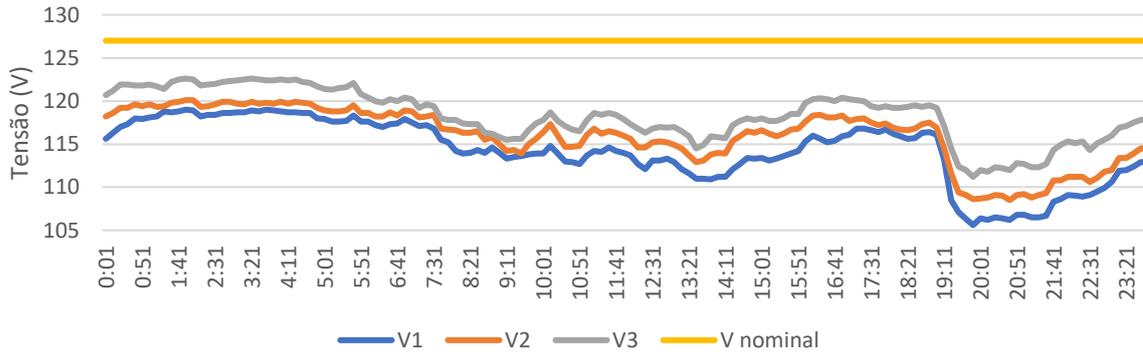
(c)

28/11 (Quarta)



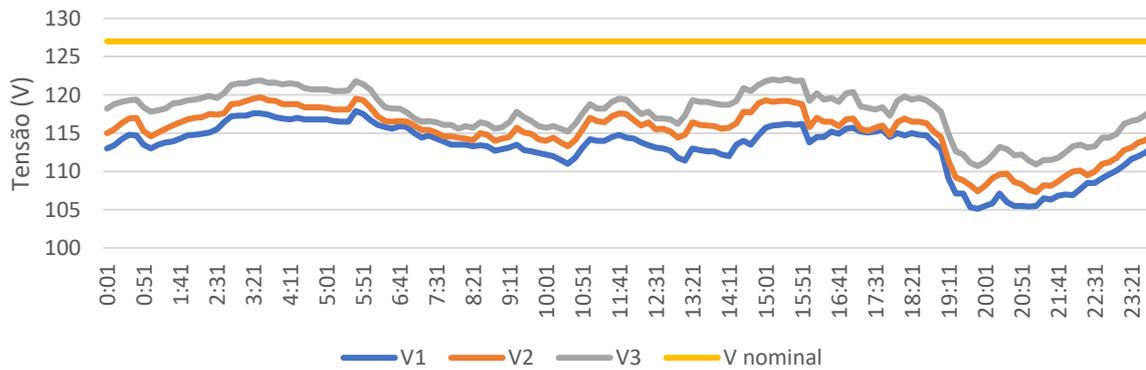
(d)

29/11 (Quinta)



(e)

30/11 (Sexta)



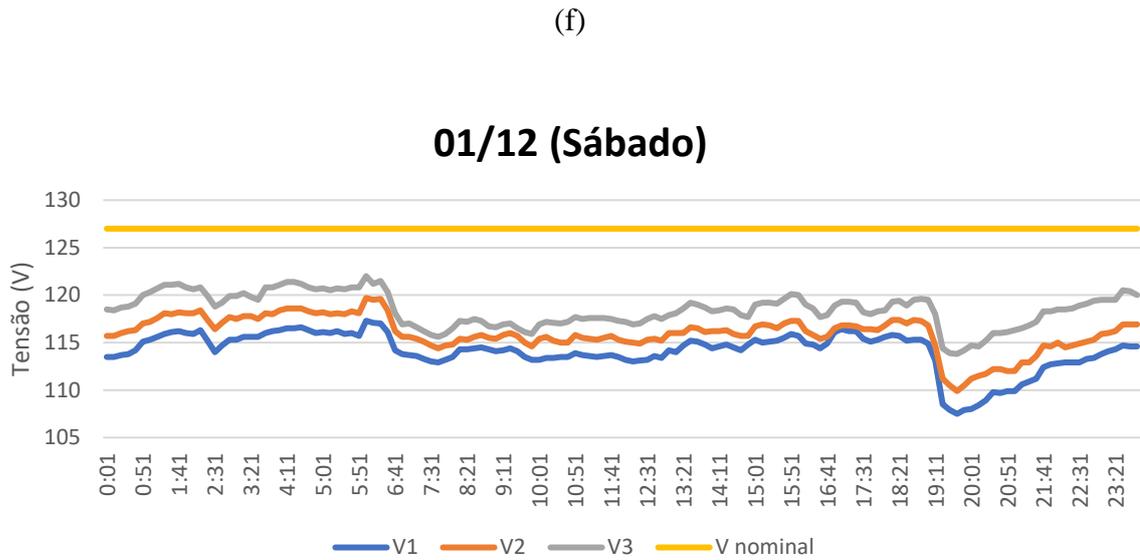


Figura 14 (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) – Gráficos de tensão obtidos através da análise dos dados do analisador de energia.

Fonte: Modificado de (ANDRADE JUNIOR; COSTA, 2019)

Após a obtenção do conjunto de leituras válidas, o parâmetro utilizado para avaliar a qualidade da tensão nominal para atendimento aos consumidores pode ser classificada de acordo com as faixas de variação da tensão igual ou inferior a 1kV (Quadro 2).

Quadro 2 - Pontos de conexão em tensão nominal igual ou inferior a 1kV (220/127)

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(202 \leq TL \leq 231) / (117 \leq TL \leq 133)$
Precária	$(191 \leq TL < 202 \text{ ou } 231 < TL \leq 233) / (110 \leq TL < 117 \text{ ou } 133 < TL \leq 135)$
Crítica	$(TL < 191 \text{ ou } TL > 233) / (TL < 110 \text{ ou } TL > 135)$

Fonte:(ANEEL, 2018).

A partir dos valores de referência da ANEEL foi possível observar a variação das tensões de fase e os momentos em que os limites estabelecidos são ultrapassados. O índice de duração

relativa da transgressão para tensão precária (DRP) e para tensão crítica (DRC) devem ser calculados acordo com as seguintes expressões:

$$DRP = \frac{ncl}{1008} \cdot 100[\%]$$

$$DRC = \frac{nlc}{1008} \cdot 100[\%] \quad (2)$$

Sendo nlp e nlc o maior valor entre as fases do número de leituras situadas nas faixas precária e crítica, respectivamente.

Por fim, empregando os índices nos dados de tensão obtidos pelo analisador de energia, foi possível verificar o número de leituras consideradas adequadas, precárias e críticas em cada fase (Figura 15).

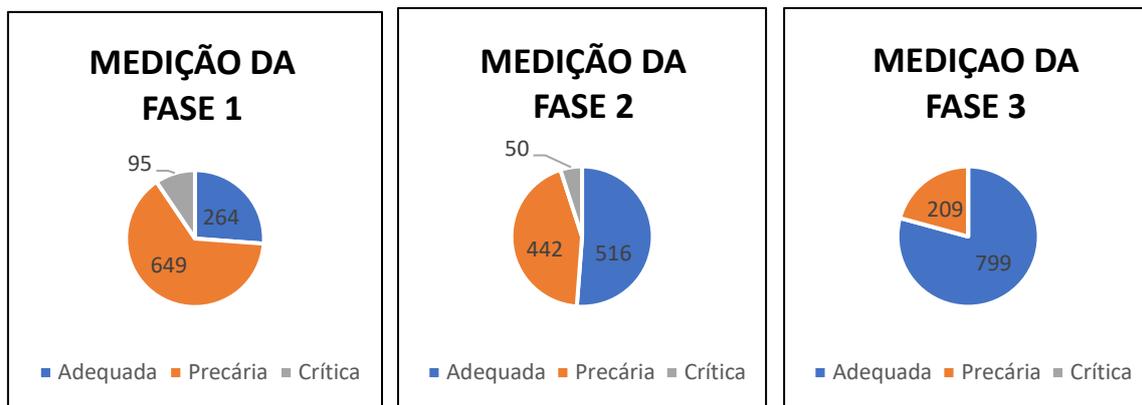


Figura 15 - Gráficos de análise das medições obtidas pelo analisador de energia.

Fonte: Modificado de (ANDRADE JUNIOR; COSTA, 2019)

5.1.1.3 Energia Solar

A implantação do sistema de geração de energia solar através de painéis fotovoltaicos é baseada na relação custo-benefício mais próxima do atendimento da carga apresentada para análise de viabilidade. A instalação foi em junho de 2020 com o custo de R\$ 44.200,00.

A projeção de custo mostra o retorno do investimento com a geração de energia em KWh mantendo a paridade em Reais (R\$) ao longo dos anos e uma remuneração anual da taxa Selic de 10,7997% (Tabela 2).

Tabela 2 - Projeção remunerada (R\$) da geração de energia fotovoltaica

Fonte: Modificada de (J3 ENERGIA, 2020)

Ano	Projeção da Geração de Energia (R\$)	Investimento (R\$)
1	15.755,72	44.200,00
2	33.213,00	48.973,47
3	52.555,63	54.262,45
4	73.987,19	60.122,64
5	97.733,31	66.615,70
6	124.043,93	73.810,00
7	153.196,02	81.781,26
8	185.496,45	90.613,39
9	221.285,22	100.399,36
10	260.939,08	111.242,19
11	304.875,43	123.256,01
12	353.556,78	136.567,29
13	407.495,57	151.316,15
14	467.259,59	167.657,84
15	533.477,94	185.764,38
16	606.847,68	205.826,38
17	688.141,12	228.055,01
18	778.214,02	252.684,27
19	878.014,51	279.973,41
20	988.593,16	310.209,70
21	1.111.113,98	343.711,42
22	1.246.866,67	380.831,22
23	1.397.280,25	421.959,85
24	1.563.938,04	467.530,25
25	1.748.594,37	518.022,11

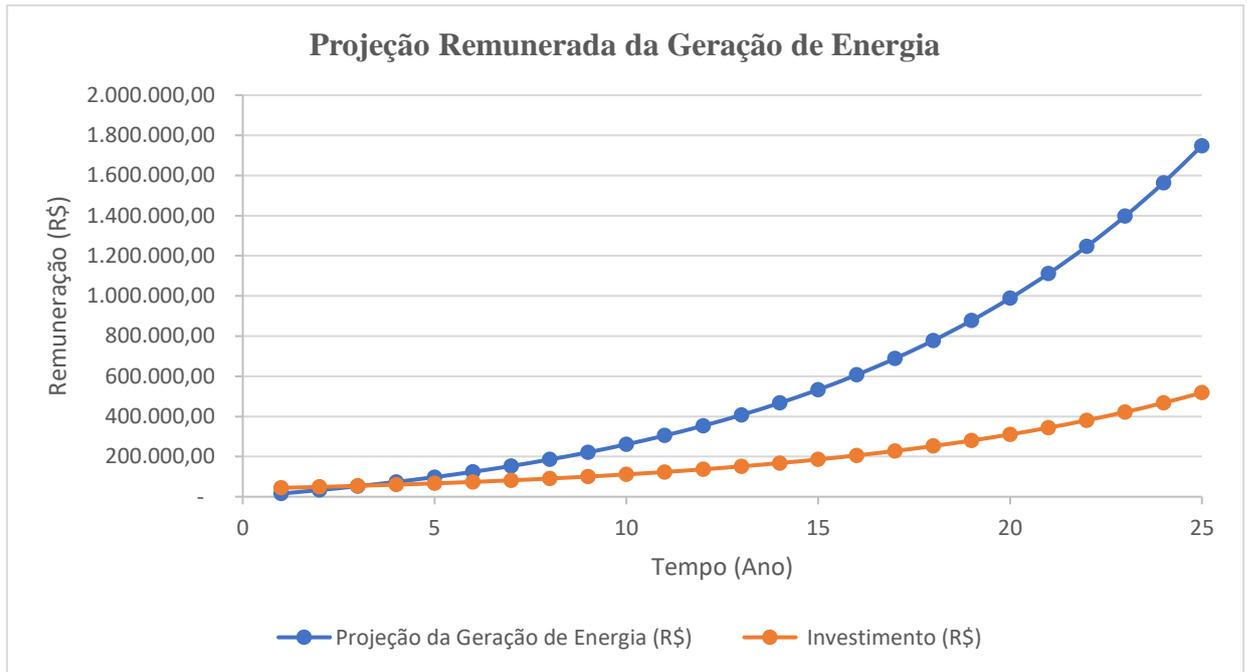


Figura 16 - Projeção remunerada (R\$) da geração de energia fotovoltaica

Fonte: Modificada de (J3 ENERGIA, 2020)

A quantidade de irradiação solar no município de São Francisco do Itabapoana, RJ varia ao longo do ano, apresentando sua máxima no início do ano, mais exatamente no mês de fevereiro e sua mínima no meio do ano, em junho. O ângulo do plano horizontal apresenta o valor mínimo de irradiação solar, sendo uma opção conservadora para minimizar o risco de falta de energia (Figura 17). O ângulo de inclinação previsto no projeto de instalação das placas foi de 30 graus, onde a área utilizada será de 53 m².

Estação: Sao Francisco de Itabapoana
 Município: Sao Francisco de Itabapoana , RJ - BRASIL
 Latitude: 21,301° S
 Longitude: 41,149° O
 Distância do ponto de ref. (21,246014° S; 41,105714° O):7,6 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	6,41	6,60	5,26	4,54	3,86	3,57	3,64	4,47	4,84	5,15	5,12	5,98	4,95	3,03
<input type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	21° N	5,80	6,29	5,39	5,07	4,66	4,51	4,50	5,19	5,12	5,03	4,73	5,35	5,14	1,80
<input type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	5,88	6,35	5,40	5,04	4,61	4,44	4,43	5,14	5,12	5,06	4,78	5,43	5,14	1,92
<input type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	25° N	5,63	6,17	5,36	5,12	4,77	4,84	4,61	5,27	5,12	4,96	4,61	5,18	5,12	1,56

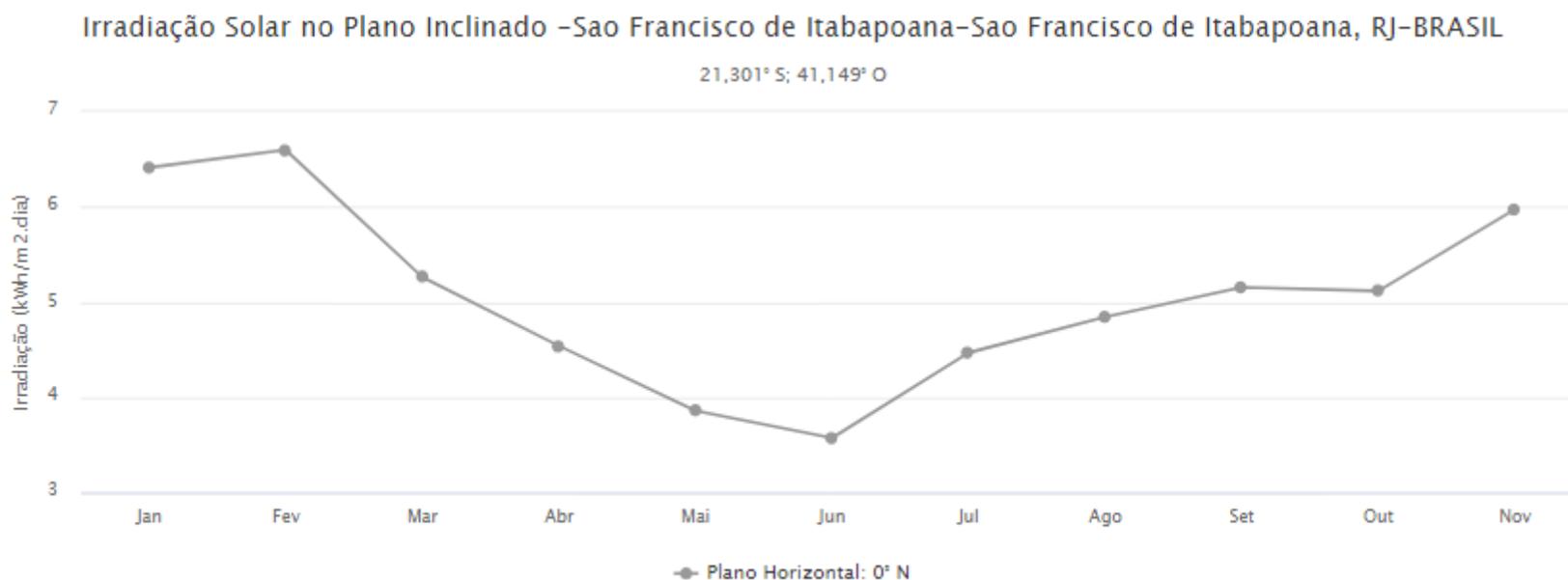


Figura 17 - Irradiação Solar no plano inclinado para o Município de São Francisco do Itabapoana, RJ Brasil.

Fonte: (CRESESB, 2021)

O sistema de geração de energia solar instalado é composto por um inversor Fronius, que atende a uma potência instalada de 8,91 kWp. e 27 placas solares de 330W da marca JASolar. Os dados são enviados pela internet local via wi-fi, onde em uma plataforma própria são gerados os gráficos. A estimativa da geração anual foi de 14.220 KWh, no entanto a geração de energia real ficou em 8.066 KWh.

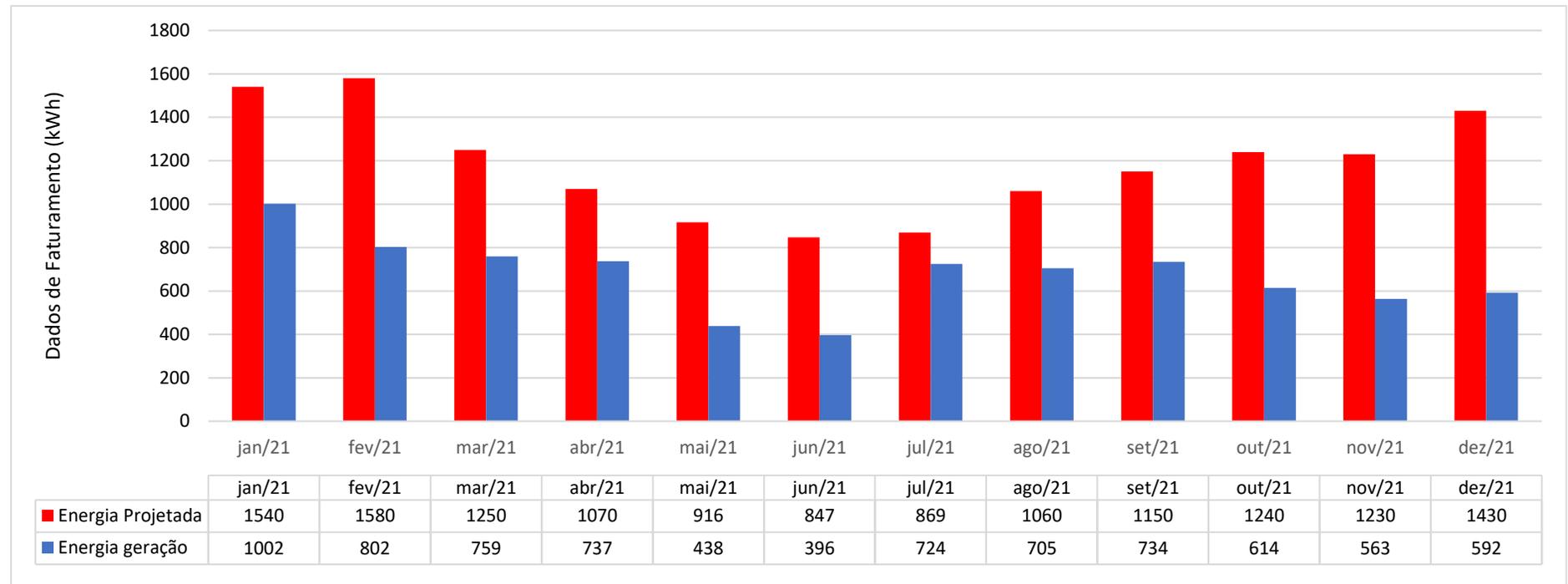


Figura 18 - Comparação da estimativa e da produção de energia anual - total

Fonte: Elaboração Própria

A propriedade rural apresenta duas unidades consumidoras que registram a energia, um abrangendo três residências, incluída a sede (Unidade Consumidora: 2794463) (Tabela 3) (Figura 19) e o outro medidor inclui o curral e uma residência (Unidade Consumidora: 2883844) (Tabela 4) (Figura 20). A usina de energia solar foi instalada na sede, gerando energia que é injetada diretamente na rede. O excedente de energia fica como crédito para deduzir no medidor do curral (Tabela 5) (Figura 21).

Tabela 3 - Energia injetada pelo sistema de geração por painéis solares.

Fonte: Elaboração Própria.

MÊS	UC: 2794463 (KWH)	ENERGIA INJETADA	ENERGIA RECEBIDA
JAN/21	333	1002	0
FEV/21	241	802	0
MAR/21	372	759	0
ABR/21	446	737	0
MAI/21	463	438	0
JUN/21	417	396	0
JUL/21	386	724	0
AGO/21	259	705	0
SET/21	348	734	0
OUT/21	340	614	0
NOV/21	301	563	0
DEZ/21	322	592	0

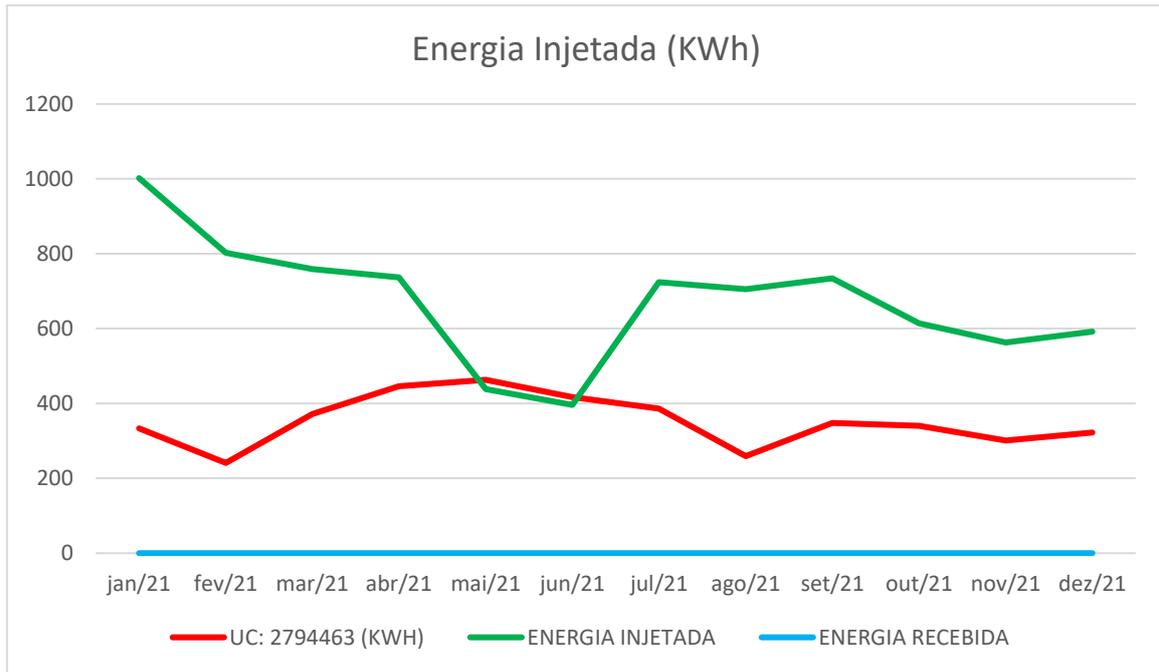


Figura 19 - Energia injetada pelo sistema de geração por painéis solares.

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 4 - Energia recebida pelo sistema de geração por painéis solares.

Fonte: Elaboração Própria.

MÊS UC: 2883844 (KWH) ENERGIA INJETADA ENERGIA RECEBIDA

MÊS	UC: 2883844 (KWH)	ENERGIA INJETADA	ENERGIA RECEBIDA
JAN/21	995	0	669
FEV/21	940	0	561
MAR/21	808	0	387
ABR/21	768	0	291
MAI/21	682	0	0
JUN/21	723	0	0

JUL/21	855	0	338
AGO/21	784	0	446
SET/21	924	0	386
OUT/21	838	0	274
NOV/21	691	0	262
DEZ/21	946	0	270

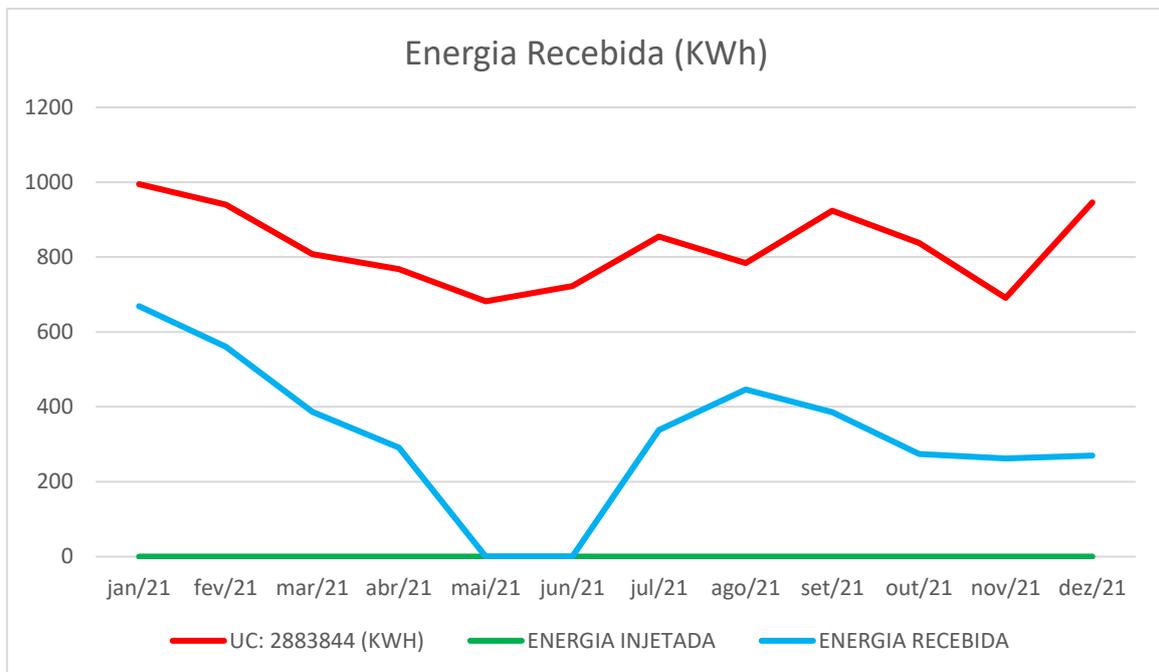


Figura 20 - Energia recebida pelo sistema de geração por painéis solares.

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 5 - Balanço de energia pelo sistema de geração por painéis solares.

Fonte: Elaboração Própria.

MÊS ENERGIA CONSUMO ENERGIA GERAÇÃO ENERGIA BALANÇO

JAN/21	1328	1002	-326
FEV/21	1181	802	-379
MAR/21	1180	759	-421
ABR/21	1214	737	-477
MAI/21	1145	438	-707
JUN/21	1140	396	-744
JUL/21	1241	724	-517
AGO/21	1043	705	-338
SET/21	1272	734	-538
OUT/21	1178	614	-564
NOV/21	992	563	-429
DEZ/21	1268	592	-676
MEDIA	1086	672	-510
TOTAL	18463	8066	-6116

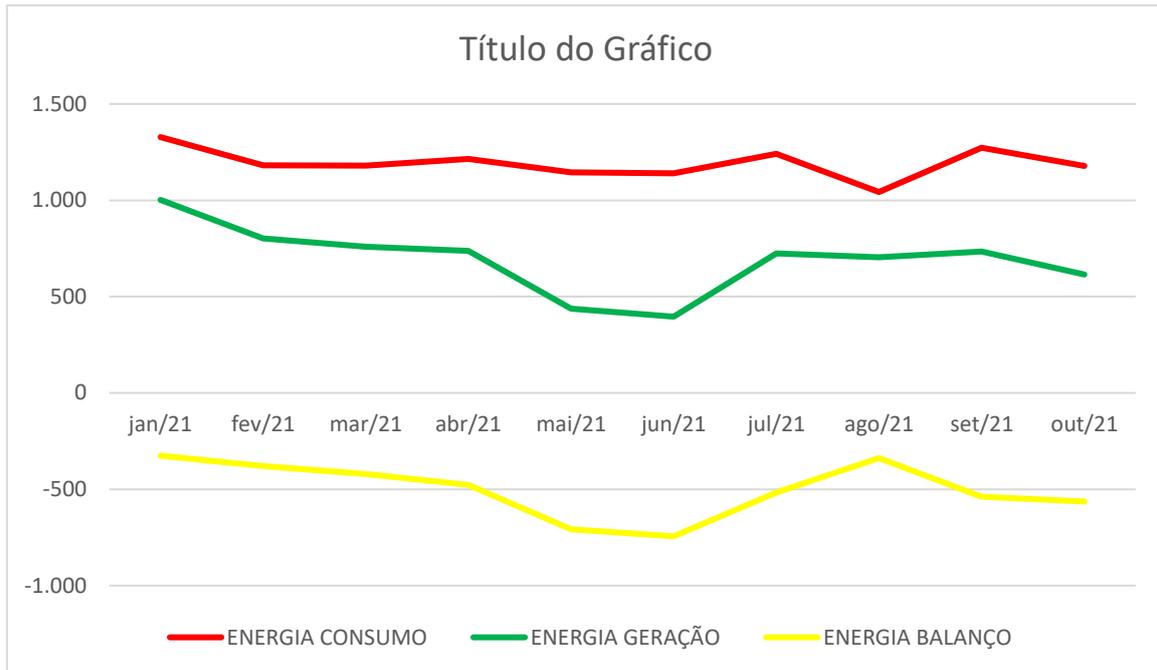


Figura 21 - Balanço de energia pelo sistema de geração por painéis solares.

Fonte: Elaboração Própria.

5.1.1.4 Projeto de Monitoramento

O projeto de monitoramento da qualidade do consumo de energia será feito com a instalação de um analisador eletrônico de potência e tensão chamado Minipa ET 5061C.

O medidor pesquisado para uso contínuo foi desenvolvido pelo polo de inovação para fornecer informações da potência total ano, mês, dia e instantânea consumidas. Para isso, transmite sem fio os dados da corrente, tensão e potência elétricas, utilizando o range de 0 a 100A (Amperes) (Figura 22).



Figura 22 - Medidor eletrônico de energia

Fonte: (MONTEIRO, 2019).

O medidor eletrônico de energia será instalado na saída de cada um dos dois relógios de luz para calibrar o sensor. A entrada de energia da sede e da casa do funcionário terão apenas um medidor, enquanto o curral terá um sensor em cada equipamento (Ordenha, Resfriador e Ebulidor). Além desses equipamentos cada bomba de água terá um sensor, tanto do poço como da cacimba (Figura 23).



Figura 23 – Sistema de rede elétrica com duas Unidades de Consumo.

Fonte: (EARTH, 2021)

5.1.2 Água

5.1.2.1 Consumo e Utilização

As tecnologias limpas para o consumo e utilização da água passam pela sua captação, tratamento e armazenamento.

A captação da água de poço também pode ser feita através de energias renováveis, utilizando bombas de água movidas pela geração de energia solar, através de painéis fotovoltaicos, ou de energia eólica através de moinhos e cataventos.

O tratamento da água precisa ser feito antes e depois do consumo. O sistema de tratamento de água convencional pode ser feito por estações de tratamento que utilizam processos físicos e químicos (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção). Após o uso da água o descarte também precisa ser feito por estações de tratamento de esgoto que utilizam processos biológicos. Após o tratamento microbiológico anaeróbico, o efluente ainda terá seus nutrientes e matéria orgânica removidos antes de serem devolvidos aos cursos de água.

Para o aquecimento de água a partir de energia solar são utilizados outros dispositivos denominados coletores solares térmicos. É um dispositivo que apresenta uma serpentina de cobre solidária a uma superfície negra boa absorvedora de energia luminosa, encapsulada em uma caixa com isolamento térmico e um vidro frontal.

5.1.2.1.1 Água da Chuva

Os dados médios de pluviosidade são dos últimos 6 anos, desde 2015. Os valores seguem a tendencia mensal do gráfico para o estado, apesar de janeiro e abril ficarem proporcionalmente abaixo do esperado (Figura 24).

O sistema de captação da água da chuva passa por três estágios, a água que cai no telhado, é captada pelas calhas que a levam por gravidade a tubulação vertical, onde podem ser acopladas a filtros, para os tanques de armazenamento.

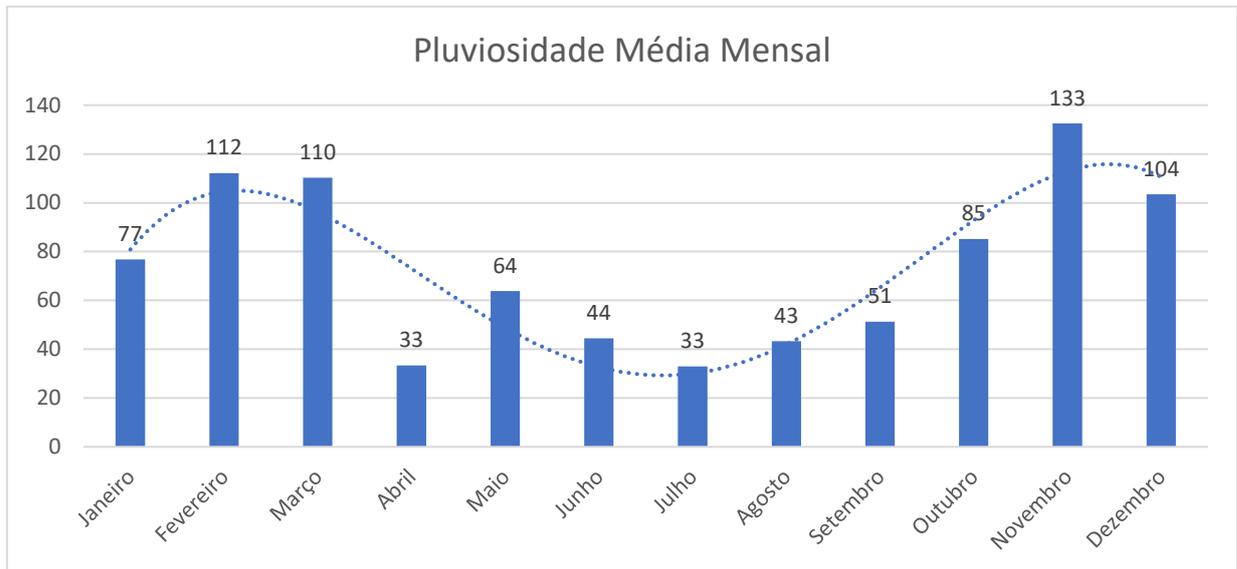


Figura 24 - Pluviosidade Média Mensal (Fonte: Elaboração Própria)

O somatório das médias mensais foi de 856 mm, o que significa dizer que para cada metro quadrado da região houve uma precipitação de 856 litros no decorrer do ano. Segue abaixo o cálculo para o volume da chuva, sabendo que $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$.

$$V = (\text{área da base}) \times \text{altura}$$

$$V = 1 \times 0,856 = 0,856 \text{ m}^3$$

$$V = 0,856 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ litros} = 856 \text{ litros} / \text{m}^2$$

Segundo as nações unidas, o ser humano tem direito a uma quantidade de água entre 50 e 100 litros por dia para seu uso doméstico e pessoal. Assim, em um ano a variação seria entre 18.250 e 36.500 litros. Essa quantidade de água pode ser captada em um telhado de área entre 66 a 132 m^3 para abastecer pelo menos três moradores permanentes.

$$V = 856 \text{ L} / \text{m}^2 * 22 \text{ m}^2 * 3 (\text{moradores}) = \sim 56.500 \text{ L}$$

$$V = 856 \text{ L} / \text{m}^2 * 44 \text{ m}^2 * 3 \text{ (moradores)} = \sim 113.000 \text{ L}$$

5.1.2.1.1 Água Subterrânea

A captação de água na fazenda é feita por uma bomba hidráulica em um poço semiartesiano de 7 metros de profundidade, localizado na várzea de um vale que forma uma bacia de drenagem. A capacidade da cisterna da casa é de 8 mil litros, para abastecer a sede com 3 pessoas, a casa do funcionário com duas pessoas e o curral de ordenhar.

O poço está a uma elevação do nível do mar de 8 metros, a cisterna e a sede ficam no topo do morro na elevação de 25 metros, a casa do funcionário e o curral estão a 11 metros de elevação, no sopé do morro. A tubulação apresenta 510 metros, 190 metros do poço até a cisterna e o restante dos 320 metros até o curral.

O estudo de vazão foi feito na cacimba localizada na mesma bacia de drenagem a leste do poço. A estrutura da cacimba é feita por manilhas 1,2 metros de diâmetro e 0,5 metros de altura.

A quantidade de água disponível nos aquíferos da região de estudo estão na faixa de 1 a 5m³/h, apresentando solos com espessuras variáveis e permeabilidade média a elevada (BARRETO et al., 2000).

A Figura 25 abaixo representa a cacimba em questão.

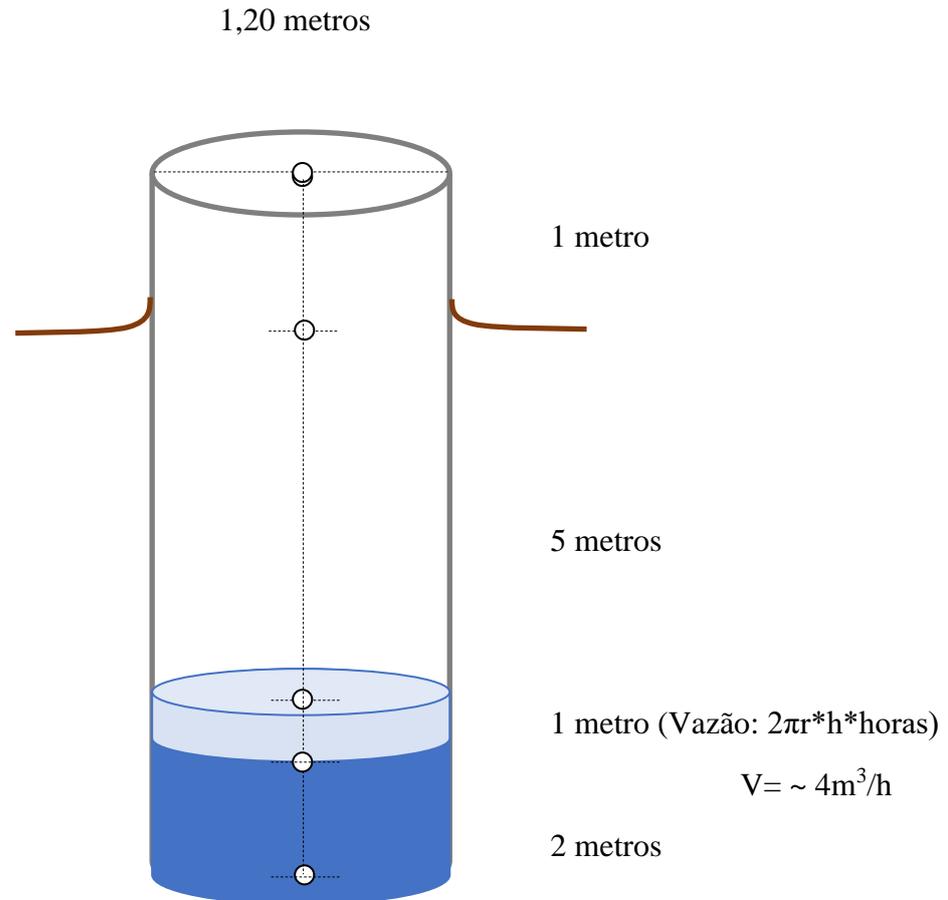


Figura 25 – Perfil do estudo de vazão da cacimba.

Fonte: Elaboração Própria.

5.1.2.2 Qualidade

Os padrões de qualidade da água seguem a portaria do Ministério da Saúde. O PH ficou um pouco abaixo da margem de potabilidade (

Tabela 6).

Tabela 6 - Análise do PH e turbidez da água

Fonte: Elaboração Própria.

Método Físico-Químico	Resultado	Potabilidade
PH (Método Potenciométrico)	5,41	6,0 a 9,0
Turbidez (Método Nefelométrico)	0,24	0,0 a 5,0
Cloro Residual Livre (Método Colorimétrico – DPD)	0	0

A qualidade da água para o abastecimento doméstico dos poços da região está abaixo do esperado pela OMS, uma vez que o índice de coliformes fecais e totais estão acima do permitido. A análise feita no poço que abastece a propriedade mostrou um alto índice de coliformes fecais, além do aceitável para o consumo humano (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise dos Coliformes Totais na água.

Fonte: Elaboração Própria.

Método Bacteriológico	Resultado	Potabilidade
Coliformes Totais (NMP / 100mL)	920	0
Coliformes Termotolerantes (NMP / 100mL)	920	0

5.1.2.3 Projeto de Monitoramento

O projeto de monitoramento da estação de tratamento de água irá avaliar a quantidade de água captada e a quantidade de água disponibilizada para consumo após tratamento na estação. O monitoramento da estação de tratamento de esgoto será especificamente para medir a quantidade de esgoto tratado.

O medidor pesquisado para uso contínuo foi projetado e desenvolvido no Polo de Inovação. Esse medidor eletrônico de vazão de água fornece dados da vazão instantânea em metros cúbicos e do volume consumido em metros cúbicos por dia, mês e ano. A vazão é medida por um sensor tipo turbina que converte a velocidade angular do rotor em pulsos elétricos. O sensor opera na faixa de 0 a 100 m³ por minuto, com uma pressão máxima de 2MPa. Os dados podem ser transmitidos via WiFi do local de instalação dos sensores que é feito nas regiões de armazenamento e consumo (Figura 26).



Figura 26 - Medidor eletrônico de vazão de água.

Fonte: (MONTEIRO, 2019)

O sensor de monitoramento da vazão vai ser instalado em cada ponto de geração e consumo de água. A geração ocorre em dois poços, onde será instalado em sua saída, mais especificamente após a bomba de água. O próximo sensor será instalado na chegada da tubulação das cisternas e o seguinte na saída para o curral, a sede e para a casa dos funcionários, onde cada uma dessas unidades de consumo receberá um sensor. A comparação será feita entre o sensor do poço e da entrada da cisterna e estes com o somatório dos restantes (Figura 27).



Figura 27– Sistema de captação e consumo de água.

Fonte: (EARTH, 2021)

5.2 Dado Econômico

A principal atividade econômica da Fazenda Bela Vista é a pecuária leiteira, onde a maior parte da produção vai direto para os grandes laticínios e uma pequena parte para a fabricação e venda de derivados do leite nas feiras das regiões metropolitanas mais próximas.

A produção de leite dos últimos 6 anos está representada na Figura 28, mostrando que nos meses mais chuvosos a produção tende a aumentar, começando a subir em setembro e voltando a cair em abril.

O laticínio produz uma variedade grande de produtos, uma vez que a produção é artesanal, o leite pode ser trabalhado e aproveitado de maneira mais ampla. O queijo meia cura segue sozinho como produto mais vendido (Figura 29).

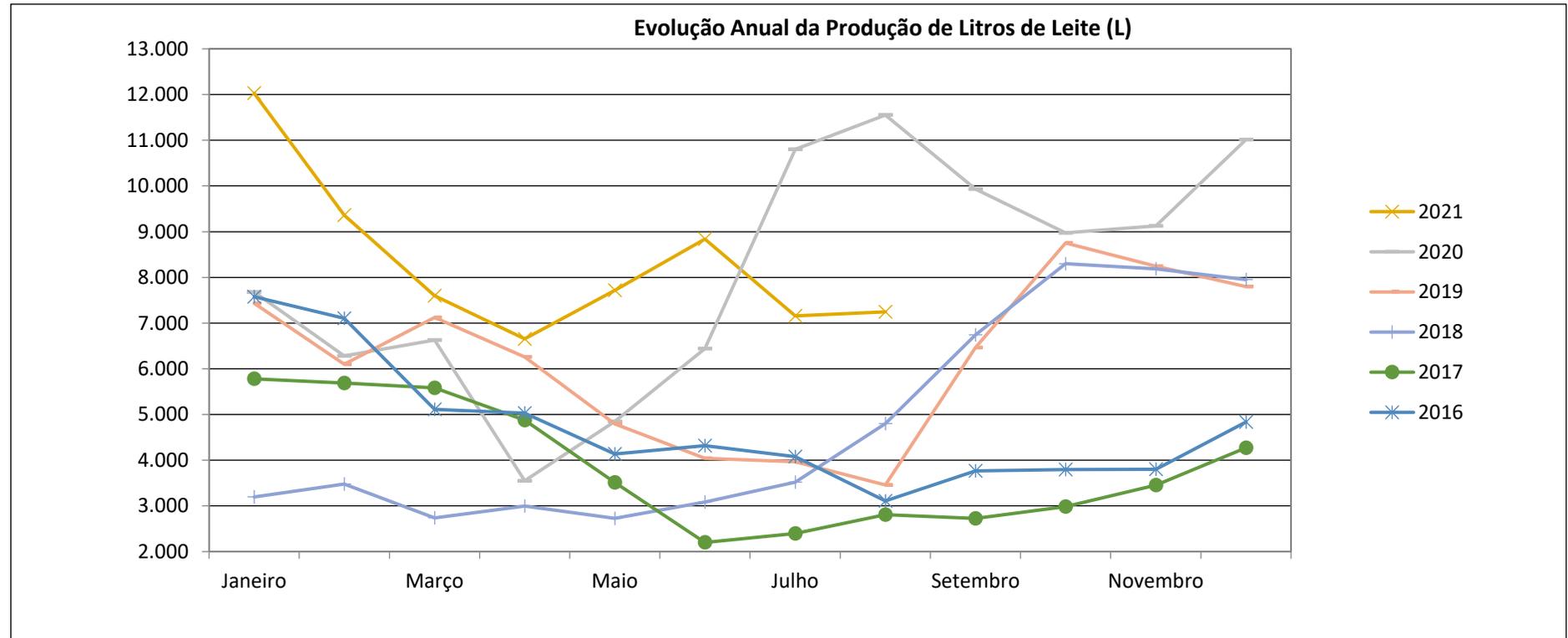


Figura 28 - Evolução Anual da Produção de Litros de Leite (L).

Fonte: Elaboração Própria

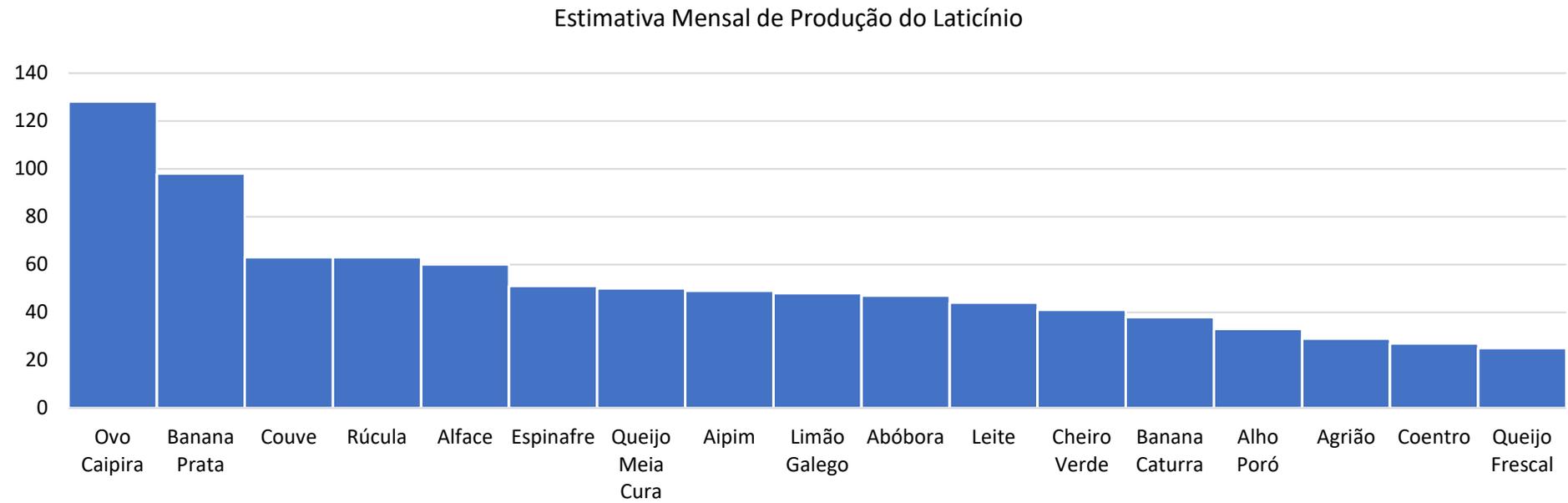


Figura 29 - Estimativa Mensal da Produção do Laticínio

Fonte: Elaboração Própria

A pesquisa realizada mostrou que os produtos favoritos são o Queijo Curado, Queijo Frescal, Requeijão, Ricota e as pastas.

No Quadro 3 estão agrupados os resultados das avaliações dos clientes para os critérios presentes no formulário de avaliação.

Quadro 3 - Resultados da Pesquisa de Opinião (%).

Critério avaliado	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Entrega			12	66	22
Sabor				28	72
Preço		10	36	45	9
Higiene				56	44
Conservação			10	50	40
Embalagem			10	60	30
Rótulo	17		33		50
Tamanho		9	46	27	18

Fonte: Elaboração Própria

As sugestões de melhoria encontradas foram em relação a diminuição do tempo de entrega e do preço, uma vez que os mesmos que fabricam são os que entregam e a população apresenta uma baixa renda per capita (PNUD, IPEA e FJP, 2013).

A pesquisa avaliou muito bem o sabor e a higiene do produto, no entanto o tamanho e o preço ficaram mal avaliados. A entrega, a embalagem e a conservação foram consideradas

boas, mas tem oportunidade para melhorar. O rótulo foi o único ponto com uma péssima avaliação.

No Quadro 4 é apresentada a Matriz SWOT, elaborada a partir dos resultados encontrados.

Quadro 4 - Matriz Swot das agroindústrias do município.

Internos	Externos
Forças	Oportunidades
Alta quantidade de leite produzido; Mão de obra barata. Sabor e Higiene.	Ausência de laticínios no município; Proximidade mercados consumidores, cidades grandes do entorno e capital.
Fraquezas	Ameaças
Baixa média de lactação por vaca; Ausência da cultura de produção de queijos; Falta certificação da Vigilância Sanitária. Rótulo, Tamanho e Preço.	Presença de grandes laticínios no entorno do município; Alta Temperatura ambiente da região para processo de fabricação.

Fonte: elaboração própria.

A estratégia seria da diferenciação, uma vez que o alimento é feito artesanalmente e levado do campo diretamente para a cidade, o que passa uma imagem de produto mais fresco e saudável, principalmente quando tem a certificação de alimento orgânico

Dado que a maior dificuldade do produtor é atingir diretamente o cliente final, a função empresarial de maior destaque para o sucesso do empreendimento são o marketing e as vendas.

O apoio da prefeitura é fundamental para a qualificação dos produtores com cursos e suporte na melhoria da infra-estrutura, seja na organização de cooperativas regionais ou de feiras do campo, onde parte do vale alimentação dos funcionários públicos seria para uso exclusivo desses estabelecimentos. Além de construir vias de acessos para o transporte dos produtos para mercados consumidores maiores.

No Quadro 5 é apresentada uma proposta de Balanced Scorecard para a produção de derivados de leite no município em estudo.

Quadro 5 - Balanced Scorecard das agroindústrias do município.

Fator Crítico de Sucesso	Indicador	Objetivos/Metas	Iniciativa
<i>Finanças</i> 1. Retorno do Investimento	1. Aumento do ROI	1. Aumentar o ROI em 10% ao ano.	1. Aumentar a eficiência na produção de derivados de leite. Recrutar representantes nas demais cidades do entorno
<i>Clientes</i> 1. Otimização das Entregas 2. Qualidade final dos produtos	1. Indicador de tempo médio das entregas 2. Indicador de satisfação do cliente	1. Agilizar a entrega dos fabricantes para obter tempo médio de 1 dia útil 2. Aumentar o tamanho dos produtos em pelo menos 10%.	1. Planejamento de Estoque; Mapeamento dos Clientes. 2. Padronização dos ingredientes e produtos.
<i>Processos Internos</i> 1. Validade do produto 2. Higiene dos produtos	1. Indicador de validade média dos itens 2. Indicador de falta de higiene com os produtos.	1. Prolongar a validade média do produto em pelo menos 10 dias. 2. Indicador 0 para problemas de higiene no processo de fabricação.	1. Inserir máquinas e métodos de conservação, como a embalagem a vácuo 2. Divulgar práticas de higiene e manipulação dos produtos.
<i>Aprendizagem e Crescimento</i> 1. Capacitação profissional	1. Indicador de treinamentos realizados por trimestre	1. Realizar pelo menos 1 treinamento por trimestre.	1. Promover reciclagens e parcerias, além de cursos técnicos.

Fonte: elaboração própria.

As agroindústrias de derivados de leite do município ainda são de base familiar, onde a qualificação da mão de obra teria um impacto relevante na melhoria do produto. Um estudo mais avançado sobre o processo ainda poderia contribuir para sua otimização, reduzindo custos. Aliado a um aumento dos gastos com a matéria prima, que se encontra abundante na região, para se ter uma diferenciação em relação aos produtos dos laticínios.

6 CONCLUSÃO

6.1 Ambiental

O levantamento bibliométrico foi realizado na base Scopus e apontou 24 artigos relacionados aos temas da pesquisa. Os artigos foram lidos e suas tecnologias analisadas.

As tecnologias apontadas para geração de energia alternativa são relevantes no aumento da qualidade da energia elétrica nos sistemas de alimentação das propriedades. Aumentando a confiabilidade perante a frequente falta de energia, oscilação da tensão e falta de fase no circuito alimentador.

O estudo dos recursos hídricos é essencial perante o grande consumo de água nas atividades rurais. As estiagens mais prolongadas afetam diretamente as lavouras que precisam de um regime de chuvas constante. As mudanças climáticas podem até chegar a alterar os lençóis freáticos que suprem os reservatórios subterrâneos.

O constante monitoramento do consumo de energia e da vazão de água é importante para a descoberta de perdas e otimização do consumo. Os sensores transmitindo em tempo real serão relevantes para desvendar as atividades que mais consomem durante o dia. Permitindo repensar o processo para melhorar o manejo e introduzir novas tecnologias que venham de encontro a uma fazenda sustentável.

6.2 Econômico

O questionário acerca dos produtos derivados de leite da região elucidou a boa aceitação dos produtos derivados de leite da região, informando sobre insatisfações no marketing (embalagem e rótulo) e nas vendas (preço e tamanho).

A Matriz SWOT mostra a vocação da região para a produção de derivados de leite, tendo espaço para a profissionalização da agroindústria familiar ou da instalação de um laticínio industrial.

O BSC aponta para a necessidade de qualificação da mão de obra familiar, estabelecendo um nicho de mercado (ex. queijos artesanais) para as agroindústrias não perderem mais clientes para os laticínios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JUNIOR, L. M. L. DE; COSTA, J. DOS S. **Relatório de Qualidade da Tensão Elétrica**. Campos dos Goytacazes: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2019.

ANDRADE JÚNIOR, L. M. L. **Seleção de alternativas tecnológicas para geração de eletricidade na pecuária leiteira: um enfoque multicriterial**. Campos dos Goytacazes: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2017.

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3a edição ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008.

ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional**. [s.l: s.n.].

BARRETO, A. et al. **Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia%2C-Meio-Ambiente-e-Saude/Projeto-Rio-de-Janeiro-3498.html>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

BDIA. **BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais**. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>>. Acesso em: 8 ago. 2021.

BUYA, R.; DASTJERDI, A. V. (EDS.). **Internet of Things: principles and paradigms**. Amsterdam Boston Heidelberg: Morgan Kaufmann, 2016.

CAVADAS, L. **Integração de Dados de Sistemas de Geração de Energia Renováveis: Implementação no Polo de Inovação Campos dos Goytacazes**. [s.l: s.n.].

CHIGUERU, T. (ED.). **Atlas Solarimétrico do Brasil**. [s.l.] Ed. Universitária da UFPE, 2000.

CISCO. **Networking Essentials**. Disponível em: <<https://www.netacad.com/courses/networking/networking-essentials>>. Acesso em: 19 fev. 2022a.

CISCO. **Introduction to IoT**. Disponível em: <<https://www.netacad.com/courses/iot/introduction-iot>>. Acesso em: 18 dez. 2021b.

CPTEC/INPE. **Clima Evolução**. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/evolucao/pt>>. Acesso em: 3 out. 2021.

CRESESB. **CENTRO DE REFERÊNCIA PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>.

EARTH, G. **Google Earth**. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-21.26071916,-41.01721987,5.39287797a,20812.07354367d,35y,0h,0t,0r>>. Acesso em: 21 nov. 2021.

- EL BILALI, H. et al. **Information and communication technologies for smart and sustainable agriculture**. IFMBE Proceedings. **Anais...**2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85080864678&doi=10.1007%2f978-3-030-40049-1_41&partnerID=40&md5=cf3d21e3aeb44bb5a29b21f9d4cd44bd>
- EMBRAPA. **Trajatória da agricultura brasileira**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>>. Acesso em: 23 jan. 2022.
- EVENSON, R. E.; GOLLIN, D. Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. **Science**, v. 300, n. 5620, p. 758–763, 2 maio 2003.
- FAO. **Lessons from the green revolution: towards a new green revolution**. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/W2612E/w2612e06a.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2022.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use#db>>.
- FREYRE, G. **Casa-grande & senzala**. 42. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001.
- FRIHA, O. et al. Internet of Things for the Future of Smart Agriculture: A Comprehensive Survey of Emerging Technologies. **IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica**, v. 8, n. 4, p. 718–752, 2021.
- GRAZIANO, J.; MENDONÇA, C. **Pensando o Amanhã**. 1. ed. Rio de Janeiro: Museo do Amanhã, 2016. v. 1
- INTELBRAS. **O que é rede mesh e quais suas vantagens?** |**Blog Intelbras**, 26 out. 2020. Disponível em: <<https://blog.intelbras.com.br/o-que-e-rede-mesh-e-quais-suas-vantagens/>>. Acesso em: 14 fev. 2022
- J3 ENERGIA. **Implantação de Energia Solar**. Rio de Janeiro: J3 Energia, 2020.
- JÚNIOR, J. L. DE S. et al. ESTUDOS PRELIMINARES SOBRE A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA - RJ. **Águas Subterrâneas**, 26 jul. 2002.
- KOLOBE, L.; LEBEKWE, C. K.; SIGWENI, B. **LoRa Network Planning and Deployment: A Terrestrial Navigation Application**. Disponível em: <<https://www-scopus.ez135.periodicos.capes.gov.br/record/display.uri?eid=2-s2.0-85114733389&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=loran+%2b+network&sid=c3631629b003cd04e20a171ff951aaa4&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28loran+%2b+network%29&relpos=3&citeCnt=0&searchTerm=>>>. Acesso em: 25 fev. 2022.
- MONTEIRO, J. **Arquitetura de um campus inteligente e sustentável: implementação no Instituto Federal Fluminense**. [s.l.: s.n.].
- PNUD. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | PNUD Brasil**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=Cj0KCQi>

AwqCOBhCdARIsAEPyW9kJOrG1NM2bSNCUpyEDdXbdpUOUXCnqt2vHCzqAcrIQsQCOWzsId70aArVmEALw_wcB>. Acesso em: 26 dez. 2021.

REIS, A. P. **Geologia das folhas Morro do Coco, Barra Sêca, Itabapoana, Travessão, São João da Barra, Campo, Muçurepe, Lagoa Feia e Farol de São Tomé - RJ.** Congr. Bras. Geol. **Anais...** Salvador, Bahia: 1982.

SÁ, A. L. D. (ED.). **Atlas do potencial heólico brasileiro.** [s.l: s.n.].

SIRISAMPHANWONG, C.; WONGTHAI, W.; NGOENMEESRI, R. An approach to enhance a solar pumping system with cloud computing and internet of things for Thailand smart farming 4.0. **ICIC Express Letters, Part B: Applications**, v. 10, n. 2, p. 147–157, 2019.

UNESCO (ED.). **Facing the challenges.** Paris: UNESCO, 2014.

UPTON, J. et al. Energy demand on dairy farms in Ireland. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6489–6498, 1 out. 2013.

VEERACHAMY, R.; RAMAR, R. Agricultural Irrigation Recommendation and Alert (AIRA) system using optimization and machine learning in Hadoop for sustainable agriculture. **Environmental Science and Pollution Research**, 2021.

APÊNDICE I

Pesquisa de Satisfação do Cliente

Adorariamos receber seu feedback para melhorar a experiência.

Produtos Favoritos

- Queijo Frescal
- Queijo Curado
- Queijo Mussarela
- Ricota
- Requeijão
- Coalhada
- Pastas

Entrega

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Sabor

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Preço

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Higiene

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Conservação

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Embalagem

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Rótulo

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Tamanho

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Sugestões de melhorias

Sua resposta

Nome

Sua resposta

E-mail

Sua resposta
