



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

CARLOS LUIZ DE OLIVEIRA JUNIOR

**ENERGIA FOTOVOLTAICA, SUSTENTÁVEL E VIÁVEL PARA CONSUMIDORES
RESIDENCIAIS**

ARIQUEMES – RO

2020


Thiago Ribeiro da Cunha
ENGENHEIRO ELETRICISTA
CREA: 11.296 D-GO

CARLOS LUIZ DE OLIVEIRA JUNIOR

**ENERGIA FOTOVOLTAICA, SUSTENTÁVEL E VIÁVEL PARA CONSUMIDOR
RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil apresentado à
Faculdade de Educação e Meio Ambiente
- FAEMA.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Fernando Maia
Milan

ARIQUEMES – RO

2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Júlio Bordignon - FAEMA

OL48e

OLIVEIRA JUNIOR, Carlos Luiz de .

Energia fotovoltaica, sustentável e viável para consumidor residencial. / por Carlos Luiz de Oliveira Junior. Ariquemes: FAEMA, 2020.

40 p.

TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador (a): Prof. Me. Hugo Fernando Maia Milan.

1. Energia renovável. 2. Sustentabilidade. 3. Matriz energética. 4. Sistema fotovoltaico. 5. Compensação financeira. I Milan, Hugo Fernando Maia. II. Título. III. FAEMA.

CDD:620.1

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

CARLOS LUIZ DE OLIVEIRA JUNIOR

**ENERGIA FOTOVOLTAICA, SUSTENTÁVEL E VIÁVEL PARA CONSUMIDOR
RESIDENCIAL**

Trabalho de conclusão de curso para
obtenção do grau em Bacharelado em
Engenharia Civil apresentado à
Faculdade de Educação e Meio Ambiente
- FAEMA.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Hugo Fernando Maia Milan
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof. Thiago Ribeiro da Cunha
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Prof. João Vitor da Silva Costa
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

ARIQUEMES – RO

2020

Dedico esse trabalho a minha esposa, Rosalia A. de S. Oliveira, aos meus filhos, Nicolas e Karen e a minha mãe Anita. Meu eterno amor e gratidão a vocês que me apoiaram, me incentivaram e deram-me forças em todos os momentos incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que tem feito na minha vida, pela permissão de ingressar na graduação e concluir.

A minha família, em especial a minha esposa, Rosalia, que de forma carinhosa apoiou-me nos momentos de dificuldades, a meus filhos, Nicolas e Karen, que são uma benção na minha vida.

A minha mãe, Anita, minha gratidão, pelas orações para que eu pudesse concluir esse curso.

Ao meu orientador, Prof. Mestre Hugo Fernando Maia Milan, pela sua aprovação e ajuda em cada abordagem do assunto, ao professor Thiago R. da Cunha pelo auxílio inestimável.

A todos que de alguma forma contribuíram para a minha jornada acadêmica, onde mais uma etapa se encerra.

*“Sobre tudo o que se deve guardar,
guarda o teu coração, porque dele
procedem às fontes da vida”.*

Provérbios cap. 4, 23

RESUMO

Essa pesquisa buscou avaliar se é possível utilizar matriz energética fotovoltaica para reverter o quadro de uma família de classe média do município de Ariquemes-RO, que busca de maneira sustentável dirimir os custos com energia elétrica. Para tanto, a pesquisa foi orientada por uma revisão bibliográfica sistemática de caráter descritivo, que permeou a literatura acerca da energia ao longo da história, fontes energéticas, equipamentos constituinte do sistema solar fotovoltaico, o sistema solar fotovoltaico dentro do sistema elétrico de potência, regulamentações, normatizações e análises que foram levantadas através de bases como a Biblioteca Júlio Bordignon, a Agência Nacional de Energia Elétrica, a Empresa de Pesquisa Energética e acervo pessoal. Como resultados, observou-se a renda e a capacidade de não haver endividamento familiar, uma vez que a compra, instalação e manutenção do sistema têm-se mostrado viável economicamente. Conclui-se que a matriz energética fotovoltaica apresenta crescente interesse nos dias atuais, pois é uma fonte de energia sustentável e inesgotável que traz compensação financeira. Além disso, enfatiza-se a necessidade de novos estudos exploratórios a fim de atualização sobre o assunto.

Palavras-chave: Energia renovável. Sustentabilidade. Matriz energética. Sistema fotovoltaico. Compensação financeira. Lucro.

ABSTRACT

This research sought to assess whether it is possible to use photovoltaic energy matrix to reverse the situation of a middle-class family in the municipality of Ariquemes-RO, which seeks to sustainably reduce electricity costs. For this purpose, the research was guided by a systematic bibliographic review of a descriptive character, which permeated the literature about energy throughout history, energy sources, equipment constituting the solar photovoltaic system, the solar photovoltaic system within the electrical power system, regulations, norms and analyzes that were raised through bases such as the Júlio Bordignon Library, the National Electric Energy Agency, the Energy Research Company and personal collection. As a result, income and the ability to have no family debt were observed, since the purchase, installation and maintenance of the system have proven to be economically viable. It is concluded that the photovoltaic energy matrix has a growing interest nowadays, as it is a sustainable and inexhaustible energy source that brings financial compensation. In addition, the need for further exploratory studies to update the subject is emphasized.

Key-words: Renewable energy. Sustainability. Energy matrix. Photovoltaic system. Financial compensation. Profit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Clarão solar 2015.....	19
Figura 2 – Total diário da irradiação global horizontal.....	20
Figura 3 – Radiação solar anual em Ariquemes - RO.....	22
Figura 4 – Geração fotovoltaica ao longo do dia.....	24
Figura 5 – Módulos fotovoltaicos instalados sobre telhados cerâmicos.....	25
Figura 6 – Inversor FRONIUS.....	26
Figura 7 – Baterias estacionárias solares.....	27
Figura 8 – Controlador de carga.....	28
Figura 9 – Equipamentos Periféricos.....	29
Figura 10 – Processo do sistema fotovoltaico.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Detalhamento do material bibliográfico da pesquisa	16
Tabela 2 – Carga, Geração e Exportação das fontes geradoras do Brasil	18
Tabela 3 – Dimensões territoriais Brasil, Rondônia e Ariquemes.....	21
Tabela 4 – Médias anuais de irradiação solar na região Norte e em Ariquemes	21
Tabela 5 – Empresas consultadas para análise financeira	31
Tabela 6 – Custos no processo de instalação do sistema fotovoltaico	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
DOU	Diário Oficial da União
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GD	Geração Distribuída
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NASA	Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço
NBR	Normas Brasileiras
NDU	Norma de Distribuição Unificada
ONS	Operador Nacional do Sistema
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
RO	Rondônia
UFV	Central Geradora fotovoltaica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 METODOLOGIA	15
4 REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1 A ENERGIA AO LONGO DA HISTÓRIA	17
4.2 FONTES ENERGÉTICAS	18
4.3 FONTE DE ENERGIA SOLAR	18
4.4 RADIAÇÃO SOLAR.....	20
4.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	22
4.6 EQUIPAMENTOS QUE COMPÕEM O SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	24
4.6.1 Módulos fotovoltaicos	24
4.6.2 Inversores	25
4.6.3 Baterias	26
4.6.4 Controladores de carga	27
4.6.5 Outros equipamentos	28
4.7 REGULAMENTAÇÃO E NORMATIZAÇÃO	29
4.8 FINANCIAMENTO BANCÁRIO	30
4.8.1 Economia	31
4.8.2 Sustentabilidade	32
4.8.3 Custo	32
4.8.4 Benefícios	33
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

INTRODUÇÃO

O crescimento exacerbado da população e, conseqüentemente, o aumento no consumo de energia, associado aos problemas que podem ser desencadeados na natureza, como a poluição gerada pela queima dos combustíveis fósseis e também levando em consideração que esses recursos naturais são finitos, e esta situação tem também influenciado na busca por novas fontes de energia. Nesse cenário, o modelo sustentável tem sido cada vez mais procurado, pois representa uma forma de energia limpa e renovável e proporciona, em longo prazo, satisfação das necessidades energéticas sem interferir negativamente nas condições de vida dos indivíduos.

É importante conhecer a dinâmica do processo da sustentabilidade em energia renovável e seus critérios. Estes critérios tem se tornado uma atividade sofisticada, ecológica e socioeconômica relevante para pessoas e empresas que buscam novas operações comerciais e financeiras. Os interessados nessa dinâmica são os consumidores de energia elétrica que buscam uma compensação financeira e procuram, por exemplo, a energia fotovoltaica como uma alternativa para isso. No que tange a isso, é importante compreender que esse tipo de energia pode ser implementado por famílias em suas residências através de condomínios solares e mini geradores, que proporciona uma ressignificação nos modelos de distribuição e traz maior diversidade na matriz energética (SANTOS; JABBOUR, 2013).

Segundo Nakabayashi (2014), a atratividade econômica da microgeração e minigeração está intrinsecamente relacionada ao custo das tarifas de energia elétrica, já que o benefício financeiro para o micro/mini gerador é compensado pelo custo evitado com a compra de energia elétrica. Dessa forma, o consumidor torna-se imune dos constantes aumentos tarifários que endivida e negativam uma grande parcela da população junto aos órgãos de crédito nacional. Assim, a instalação de micros geradores converte dispêndio em lucro ou realiza uma equiparação financeira mediante tempo de financiamento em benefício a médio e longo prazo, tornando viável a implementação de geradores fotovoltaicos na realidade social e cultural das famílias brasileiras. De face desta, é salientada a importância de se debater esse assunto que se tornou uma pauta de magnitude nacional em que uma possível

mudança de regras na regulamentação vigente poderá alterar o crescimento setorial e tecnológico que são as fontes renováveis de energia elétrica em toda nação.

Conforme explana a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2016) será necessário expandir o uso dessas fontes de energia em relação à energia hídrica em no mínimo 23% até 2030. Essa expansão deve acontecer principalmente através do aumento da participação das fontes solar, eólica e biomassa. Portanto, ao analisar os possíveis rumos do setor, é possível verificar as expectativas para saber qual a possibilidade e o aproveitamento no desenvolvimento das famílias brasileiras. Nessas mesmas perspectivas, o sistema fotovoltaico conectado à rede (On-Grid) também deve ser analisado como uma oportunidade para o presente e o futuro ou apenas mais uma especulação tecnológica.

Essa pesquisa buscou avaliar se é possível utilizar energia renovável para reverter o quadro de famílias de classe média do município de Ariquemes-RO que busca de maneira sustentável dirimir os custos com energia elétrica, os quais impactam substancialmente no sustento familiar. Especificamente, se questionou a possibilidade de utilizar um sistema baseado em energia fotovoltaica para gerar condições de compensação com atratividade considerando o custo de incorporação.

Como hipóteses, considerou-se: 1 - A energia fotovoltaica possui atratividade financeira para famílias de classe média em Ariquemes, pois se adéqua as suas necessidades; 2 - O atual cenário jurídico brasileiro é favorável à instalação de micro geradores de energia elétrica fotovoltaica por consumidores residenciais; 3 - Existem incentivos fiscais e econômicos para a aquisição e instalação do sistema fotovoltaico; 4 - Bancos públicos e privados oferecem linhas de financiamento de médio e longo prazo que viabilizam, dentro do limite financeiro da família, a aquisição e instalação de um sistema fotovoltaico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer os critérios de inserção de família de classe média do município de Ariquemes-RO na implantação de um sistema de geração distribuída utilizando energia fotovoltaica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender a fonte de energia solar na forma de micro geração a ser utilizada no estado de Rondônia;
- Avaliar as regulamentações e as normativas do setor elétrico para uso de um sistema de geração distribuída de pequeno porte tendo como fonte a energia solar renovável e suas possíveis compensações;
- Discriminar propostas bancárias para a instalação de um sistema fotovoltaico e as limitações de contratações da família e as formas de financiamento vigentes;
- Indicar qual a atratividade financeira que se adequa a família do ponto de vista financeiro e pormenorizar os custos evitados consequências danosas e especulativas a saúde financeira.

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa é orientada por uma revisão bibliográfica sistemática de caráter descritivo. A análise descritiva dos dados a qual o trabalho está estabelecido é norteadada e fundamentada através de artigos elaborados pelos autores selecionados para o estudo.

Os levantamentos foram realizados nos meses de março a junho de 2020 e o material bibliográfico foi selecionado através de bases de dados indexadas, tais como: Biblioteca Júlio Bordignon, Agência Nacional de Energia Elétrica, Google acadêmico, Empresa de Pesquisa Energética e acervo pessoal. Foi delineado como referencial as literaturas publicadas nos anos de 2000 a 2020, sendo incluídos os estudos disponíveis em língua portuguesa e que possuíam relação com os temas da pesquisa. Foram excluídas as literaturas que não atendiam aos critérios de inclusão.

Este estudo contará com uma abordagem nos temas: a energia ao longo da história, fontes energéticas, os equipamentos constituintes do sistema solar fotovoltaico, o sistema solar fotovoltaico dentro do sistema elétrico de potência, regulamentação, normatização e análise de acordo com as seguintes normas:

- Módulo 3, seção 3.7 do PRODIST da ANEEL: aborda sobre o acesso aos sistemas de distribuição;
- NDU 013, ENERGISA: Elenca os critérios para a conexão em baixa tensão de acessantes de geração distribuída ao sistema de distribuição, que fala sobre dados técnicos dos projetos conectados nas redes de baixa tensão;
- NDU 015, ENERGISA: Elenca os critérios para a conexão de acessantes de centrais geradoras e geração distribuída ao sistema de distribuição para conexão em média tensão, que fala sobre dados técnicos dos projetos conectados nas redes de média tensão;
- ABNT NBR 16690: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – requisitos de projeto. Está norma fala sobre as características técnicas de arranjos fotovoltaicos;
- ABNT NBR 16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e

avaliação de desempenho. Esta norma fala sobre a documentação necessária para arranjos fotovoltaicos.

Com relação ao financiamento bancário, é importante realizar uma análise de viabilidade técnica-econômica. Nessa análise, deve ser considerada a radiação solar real no local de instalação do sistema e a posição dos painéis fotovoltaicos, que precisam ser otimizados para aproveitamento máximo da radiação solar anual. Estes são critérios a serem observados e analisados, pois vários fatores afetam a geração de energia elétrica dos painéis fotovoltaico, os investimentos necessários e o tempo de retorno do investimento. Por exemplo, a capacidade do telhado em suportar a estrutura, o posicionamento ótimo dos painéis, local de instalação, efeitos de sombras (edificações elevadas, árvores de grande porte, elevação próximas que ao decorrer do dia impedem um aproveitamento pleno do sistema).

A Tabela 1 mostra os dados metodológicos da coleta encontrados em cada base de indexação. No total foram encontradas 77 literaturas com referência ao assunto, sendo utilizadas 60 para embasamento, e foram utilizadas 24 literaturas para citações. Após o levantamento dos dados, realizou-se a análise descritiva fundamentada nos autores.

Tabela 1 – Detalhamento do material bibliográfico da pesquisa

Base de dados	Número de artigos encontrados	Número de artigos utilizados	Percentual (%)
ANEEL	26	20	15,4%
Google acadêmico	37	30	23.1%
Biblioteca Júlio Bordignon	2	1	0.77%
EPE	10	8	6.16%
Acervo pessoal	2	1	0.77%
Total	77	60	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A ENERGIA AO LONGO DA HISTÓRIA

Segundo Souto (2019), a matriz energética passou por evoluções importantes com o passar dos séculos, construindo mecanismos importantes para subsidiar no emprego da força muscular, a qual era empregada para fornecer energia ao homem. Historicamente, as primeiras conquistas do avanço tecnológico aconteceram cerca de 400 mil anos atrás, quando o fogo foi descoberto e passou a ser utilizado como fonte de energia e sobrevivência, juntamente com os materiais aplicados na caça e na pesca. Em seguida veio Revolução Agrícola, que foi baseada no uso da tração animal e outros mecanismos da natureza, como o vento e as quedas d'água na produção de potência, sendo efetiva para o processo de colonização e comércio. Nessa mesma época, na China foram elaboradas grandes inovações, com destaque ao uso da tecnologia hidráulica que introduziu o sistema de irrigação e de elevação da água.

Sabe-se que as mudanças ocorridas nessa matriz energética em todo o mundo atingiram seu ápice somente após a Revolução Industrial, com conquistas e alternâncias das fontes e dos padrões utilizados anteriormente. Nesse sentido, os séculos XVIII e XIX foram observados como o período de maior exploração dos recursos energéticos. Nesse período, houve destaque no que tange a exploração e uso de combustíveis fósseis, como o carvão mineral. Essas fontes de energia foram introduzidas e incorporadas na indústria, no transporte e na geração de energia elétrica. A partir desse momento, o mundo vivenciou o aumento da demanda energética, principalmente no que tange a eletricidade e aos derivados de petróleo (VITERBO, 2008).

Na década de 70, quando o mundo viveu uma séria crise do petróleo, devido ao aumento exorbitante de seu preço, as fontes alternativas de energia começaram a receber atenção e investimentos. Isso propiciou na busca por novos meios de matriz energética. O surgimento das fontes de energia renováveis e a diversificação energética vivenciada nos dias atuais mostram-se fundamentais para o futuro (VITERBO, 2008).

4.2 FONTES ENERGÉTICAS

O Brasil possui diversas fontes de energia, como hidroelétrica, termo elétrico, eólico, nuclear e solar. As gerações principais conforme dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) estão detalhados na Tabela 2, que mostra a carga instantânea no dia 27 de março de 2020, para fonte de energia elétrica: hidroelétrica, termo elétrica, eólica, nuclear, solar.

Tabela 2 – Carga, Geração e Exportação das fontes geradoras do Brasil

CARGA - GERAÇÃO - EXPORTAÇÃO			
FONTE GERADORA	GERAÇÃO EM MW	GERAÇÃO EM % (27/03/20 - 09:49)	EXPORTAÇÃO MW %
Hidroelétrica	45.340,80	73,8	0, 0
Termo Elétrica	6.571,60	11,8	0, 0
Eólica	6.122,30	10,3	0, 0
Nuclear	1.858,70	3,4	0, 0
Solar	1.735,30	0,7	0, 0
Total	61.548,30	100	0

Fonte: ONS (2020).

4.3 FONTE DE ENERGIA SOLAR

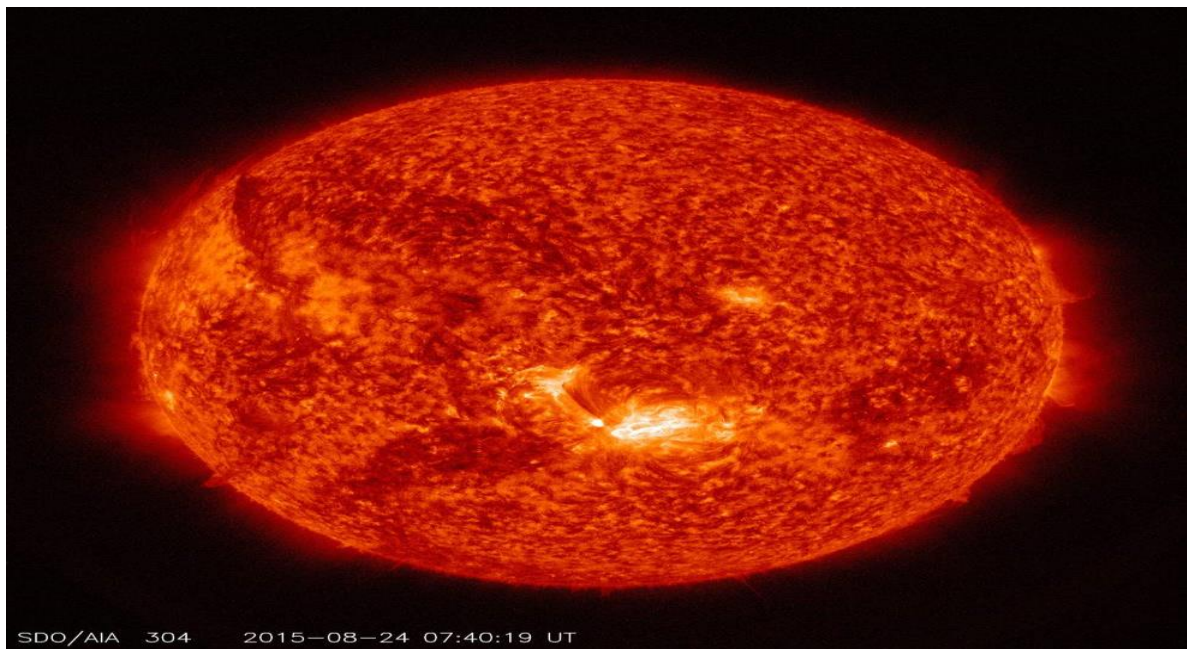
O sol é observado como uma enorme fonte vida e energia sem o qual é impossível ter vida na terra. O sol é um recurso para diversos processos biológicos em animais e plantas, fornecendo luz, calor, energia e evaporação. Nesse sentido, os sistemas fotovoltaicos passaram a se apresentar como fontes alternativas de energia, recebendo diversos investimentos e pesquisas, principalmente após a crise do petróleo (VALLÊRA; BRITO, 2006).

O fomento mundial no uso da energia solar como alternativa na matriz energética aumentou em 395% a produção primária de energia solar no período compreendido entre 2003 e 2013. Com isso, aumento das fontes renováveis foi de 56%, o crescimento na produção total de energia foi de apenas 17%. Isto é, a

adesão por esse tipo de matriz energética é alta e uma tendência cada vez maior para atualidade (BRASIL, 2007; ROSA; GASPARIN, 2016).

O Solar Dynamics Observatory da NASA capturou a imagem mostrada na Figura 1, quando aconteceu um clarão solar de nível médio no sol, como visto no ponto brilhante no centro inferior do disco solar no dia 24 de agosto de 2015. A imagem mostra um subconjunto de luz ultravioleta extrema que destaca o material solar extremamente quente, normalmente colorido em vermelho (Créditos: NASA / SDO), demonstrando todo o potencial de irradiação solar que atinge o planeta terra.

Figura 1 – Clarão solar 2015

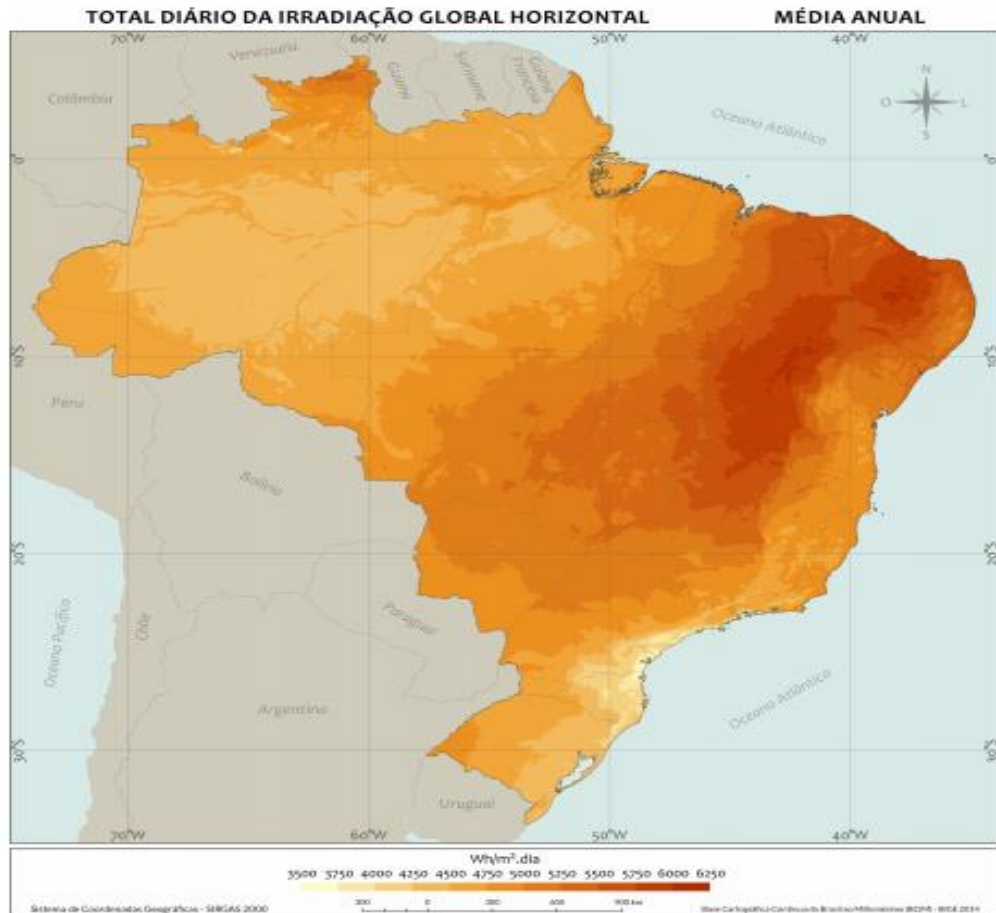


Fonte: NASA (2015).

Na Figura 2, constata-se que o local de maiores níveis de irradiação global anual num plano horizontal acontece na região Nordeste do Brasil. Se verifica também que na região Norte existe uma intensidade de irradiação maior do que aquelas observadas no Sul do país e de menor intensidade que na região Centro-Oeste e do Sudeste. No entanto, essas regiões são caracterizadas por fatores climáticos que podem interferir na irradiação solar como: céu nublado grande parte do dia, ventos, tempestades de granitos, neves e entre outros. Na região norte é

possível destacar a pouca aglomeração de nuvens, fator contribuinte para a implantação do sistema solar fotovoltaico (NASCIMENTO; 2017; PEREIRA, 2017).

Figura 2 – Total diário da irradiação global horizontal



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2019).

4.4 RADIAÇÃO SOLAR

O Brasil é um país continental e que possui uma localização privilegiada, pois está posicionado no corte da linha do equador ao Norte. A tabela 3 mostra as dimensões territoriais do Brasil, do estado de Rondônia e do município de Ariquemes. Essas dimensões territoriais foram aplicados na resolução nº 01 do dia 18/03/2019, no D.O.U. quem consta no seu Art. 1º Aprovar os valores de áreas territoriais do Brasil, Estados e Municípios, segundo o quadro territorial vigente em

30 de abril de 2018, data de referência das Estimativas Populacionais 2018, processada em 2018 (BRASIL, 2019).

Tabela 3 – Dimensões territoriais Brasil, Rondônia e Ariquemes

Referência	Setor	Área(km²)
Pais	BRASIL	8.510.820,623
Estado	RONDÔNIA	237.765,233
Município	ARIQUEMES	4.426,571

Fonte: IBGE (2020).

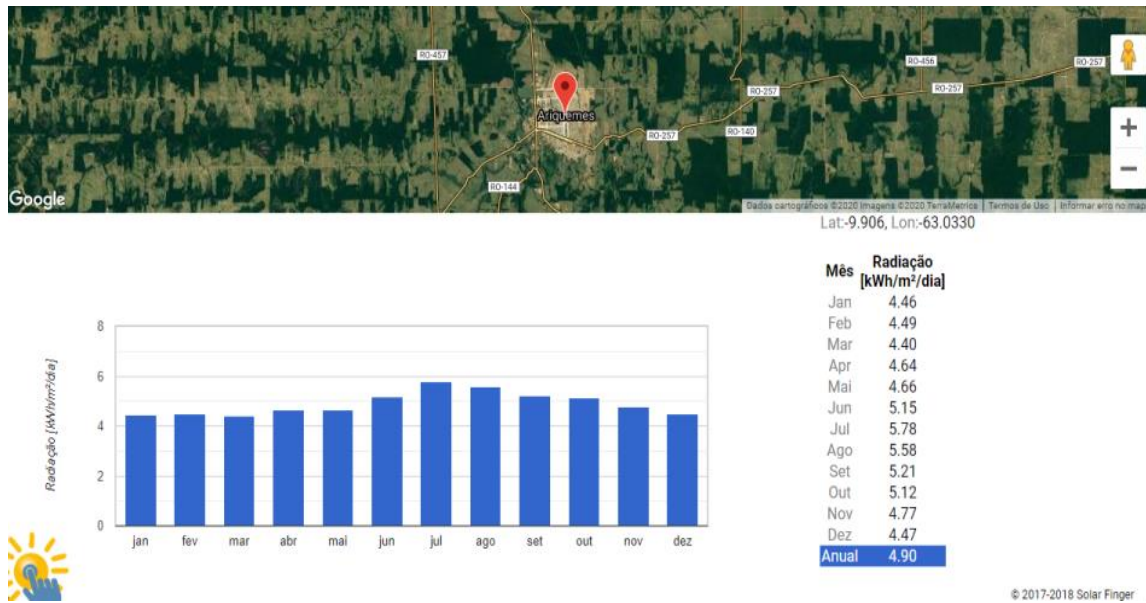
A disponibilidade e a variabilidade do recurso energético solar estão associadas às condições de tempo e clima da região (TIEPOLO et al, 2018). A intensidade de radiação solar da região Norte do país varia pouco ao longo do ano. No caso do Estado de Rondônia, mais precisamente a cidade de Ariquemes, os dados de irradiação são apresentados na Tabela 4 e na Figura 3. Conforme se pode observar, no município há um alto nível de irradiação solar ao longo do ano, com baixa variabilidade ao longo dos meses.

Tabela 4 – Médias anuais de irradiação solar na região Norte e em Ariquemes

Região	Radiação direta normal observada (Wh/m².dia)	Valores médios anuais (KWh/m² dia)	Radiação(kwh/m²)
Norte	4825	4,61 – 4,69	4,64
Ariquemes	3067	4,40 – 5,78	4,90

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2019).

Figura 3 – Radiação solar anual em Ariquemes - RO



Fonte: Solar Finger Resource (2020).

4.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Conforme embasamento de França (2016), Pereira (2017) e Santos; Souza e Dalfior (2016), as principais vantagens da energia solar fotovoltaica estão caracterizadas nos pontos a seguir:

- Suprimento de energia em lugares remotos tais como: estações de telecomunicação, de conservação ambiental (onde o desmatamento é de forma generalizada proibida por lei), de pesquisa em alto mar em ilha afastada do continente e em locais de acesso remoto;
- Índices de radiação solar na região Norte do Brasil são altos;
- Um crescente número de aderência de consumidores ligados a geração distribuída, criando confiabilidade e acessibilidade ao sistema ocasionando redução nos custos dos produtos;
- Existem normas técnicas que rege a atividade com práticas seguras, adotando procedimentos criados pela (ABNT). O uso dessas normas leva a procedimentos confiáveis que aumentam a segurança na instalação

elétrica e estrutural do sistema e diminuem a necessidade de realizar manutenções;

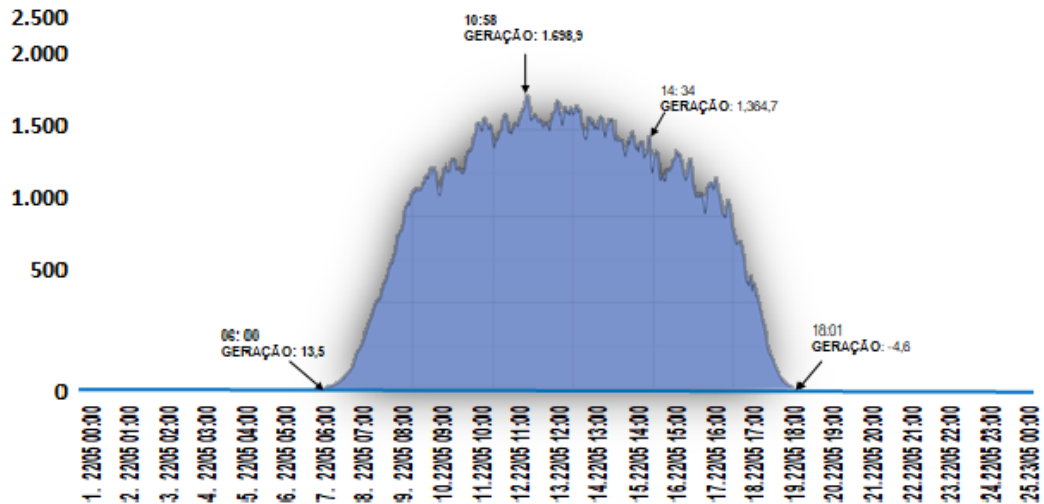
- Rápido retorno de investimento, com a aquisição do sistema solar, pois este sistema pode levar a economia entorno de até 95% na fatura de energia elétrica. A real economia depende de vários fatores como, a região e suas tarifas;
- Os equipamentos solares fotovoltaicos possuem garantia e vida útil de trabalho longa, sendo em torno de 25 anos para módulos e 15 anos para os inversores. Esses prazos são favoráveis, pois são superiores ao tempo do *payback*;
- O sistema fotovoltaico necessita de pouca manutenção, sendo que a limpeza das placas devido a poeiras e folhas semestralmente é a mais necessária. Também é necessária uma vistoria visual e manutenção nos sistemas elétricos semestralmente.

Conforme embasamento de França (2016), Pereira (2017) e Santos; Souza e Dalfior (2016), as principais desvantagens da energia solar fotovoltaica estão caracterizadas a seguir:

- Alta tecnologia e por consequência de alto valor agregado dos equipamentos e a mão-de-obra para o projeto e instalação. A maioria dos produtos são importados, sendo influenciados pela oscilação do dólar;
- É necessário que o projeto seja desenvolvido por um especialista técnico e analisado, aprovado pela distribuidora de energia elétrica. Devido a este processo, pode se passar uns (meses) da compra até a ligação;
- Influências climáticas afetam a geração. Por exemplo, quando há o aumento da temperatura, os painéis produzem menos energia;
- Telhado construído em posição desfavorável, na nossa região o posicionamento mais favorável para os módulos encontra-se para painéis instalados entre 8° a 26°;
- A geração intermitente do sistema fotovoltaico ocorre somente durante o dia. Especificamente, ela pode iniciar às 06:00, ocorrendo aumento de

geração as 08:00, pico máximo entre, 12:00 às 14:00, declínio às 15:00 e finalizando a geração por volta das 18:00, conforme é mostrado na Figura 4 abaixo.

Figura 4 – Geração fotovoltaica ao longo do dia



Fonte: Operador nacional do sistema, adaptado pelo autor (22/06/2020).

4.6 EQUIPAMENTOS QUE COMPÕEM O SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

4.6.1 Módulos fotovoltaicos

São os equipamentos responsáveis por captar a energia solar, que é obtida por intermédio da luz, através do conjunto de células de silício e realizam a transformação energia elétrica em corrente contínua. Alexandre Edmond Becquerel é tido como o primeiro pesquisador que se debruçou em observar a transformação de luz solar em energia elétrica no início do século XIX. No entanto, somente em 1950 que houve a aplicação prática, com a criação da primeira célula fotovoltaica.

Figura 5 – Módulos fotovoltaicos instalados sobre telhado cerâmico



Fonte: Acervo Solari, Ariquemes-RO (2019).

Os módulos atuais (Figura 5) são construídos segundo normas internacionais e são capazes de resistir a grandes intempéries tais como: vendaval, chuvas fortes, seca, tempestades, e tem uma garantia de 25 anos de uso. A transformação da luz solar em eletricidade se dá a partir de um material semicondutor, onde são adicionados dopantes para que haja movimentação eletrônica, o que resulta em uma corrente contínua (SILVEIRA; TRAMONTIN, 2017).

4.6.2 Inversores

É um dos principais itens do conjunto e tem a tarefa de transformar a corrente contínua em corrente alternada, podendo ser de níveis de tensão de 127v ou 220v e frequência de 50 ou 60HZ. São produzidos para sistema monofásico, bifásicos e trifásicos. O equipamento é conectado à rede elétrica e realiza a função de sincronizar a energia gerada pelo sistema com a rede elétrica, garantindo a segurança do sistema e gerando dados para o monitoramento com a rede para medir a geração produzida pelos painéis fotovoltaicos.

Figura 6 – Inversor FRONIUS



Fonte: Acervo Norte Sol Energia Solar, Ariquemes-RO (2019).

Os inversores que se conectam com a rede são chamados *GRID TIE*. São aparelhos interativos e os mais utilizados para conexão do sistema com a rede elétrica da concessionária, sendo, portanto, encontradas diversas potências (*watt*) comerciais.

4.6.3 Baterias

As baterias (Figura 7) são utilizadas nos sistemas *off-grid* e híbrido (também conhecido como *nobreak* solar), onde a geração elétrica gerada pelos painéis solares é armazenada em baterias solares para uso diário.

Figura 7 – Baterias estacionárias solares



Fonte: Eletrobras Distribuição Amazonas (2019)

Esta configuração tem custo mais elevado, sendo utilizado com mais frequência em locais isolados onde outra opção são os geradores à combustível fóssil. A combinação (*Nobreak solar*) se funciona através de um sistema de inversor *on-grid*, a operação trabalha em conjunto com um inversor *off-grid*, e os dois sistemas se combinam e são conectados à rede elétrica. No entanto, o sistema híbrido prioriza o uso da eletricidade armazenada em suas baterias em vez da eletricidade da rede da concessionária. O sistema híbrido ainda não é homologado no Brasil, a legislação permite instalar um sistema *on-grid*. Depois de instalado o sistema *on-grid*, é possível fazer outra solicitação para colocar a bateria como se fosse um gerador conectado em paralelo com a rede. As baterias (Níquel cádmio) estacionárias tem seu custo por unidade em torno de R\$ 1.500,00 (um mil e quinhentos reais) cada.

4.6.4 Controladores de carga

O controlador de carga (Figura 8) é um equipamento desenvolvido para controlar a tensão das cargas das baterias tanto de entrada como de saída em níveis seguros evitando sobrecarga ou descarga excedente.

Figura 8 – Controlador de carga



Fonte: Acervo Solari, Ariquemes-RO (2019).

Este gerenciamento de carga tem a função de prolongar a vida útil das baterias e controlar às variáveis de carga e descarga das mesmas.

4.6.5 Outros equipamentos

Um conjunto gerador solar fotovoltaico residencial requer uma gama de equipamentos periféricos (Figura 9) para fixação, ancoragem, suporte e conexão dos módulos como os *String-box*, que possuem equipamentos de proteção (Dispositivos de proteção contra surtos, chave seccionadora e disjuntor). Esses periféricos são essenciais para que a estrutura projetada seja instalada e fixada sem sofrer danos e ter firmeza e praticidade para realizar manutenções; destacam-se equipamentos como: perfil de alumínio extrudado, estrutura metálicas galvanizadas, fixadores rosqueáveis, presilhas rosqueáveis, parafusos, cabos elétricos especiais, conectores, entre outros. Para estruturas fixadas em solo, faz-se necessário o uso de acessórios adicionais.

Figura 9 – Equipamentos Periféricos



Fonte: Acervo Solari, Ariquemes-RO (2018).

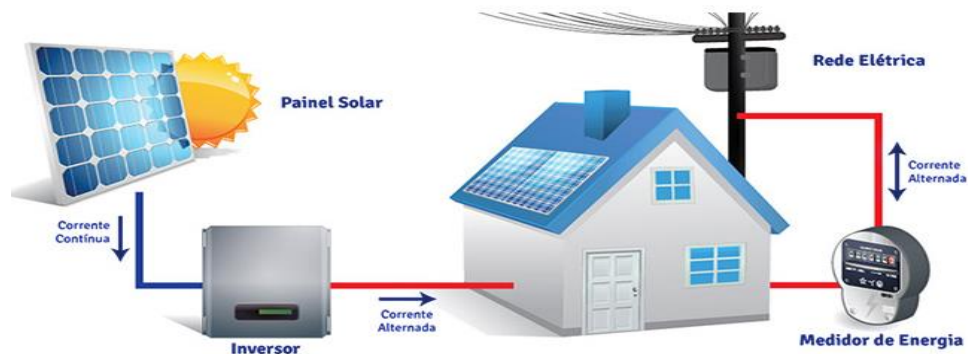
4.7 REGULAMENTAÇÃO E NORMATIZAÇÃO

Na Resolução Normativa 482/12 da ANEEL e suas alterações, houve um maior domínio e engajamento permitindo a consumidores gerarem sua própria energia. Na normativa atual, quando a compensação de energia se dá na baixa tensão, quem possui geração distribuída deixa de pagar todas as componentes da tarifa de fornecimento sobre a parcela de energia consumida que é compensada pela energia injetada. A política de energia renovável tem sido associada a outros instrumentos de política (apoio ao investimento, empréstimos em condições favoráveis e subsídios fiscais) em programas públicos (federal, estadual) privados, que oferecem incentivos financeiros e programas de apoio à introdução de tecnologias renováveis no mercado. Portanto, os consumidores podem compensar a energia elétrica disponibilizada na rede de distribuição de energia pública (ANEEL, 2015).

Os consumidores conectados em baixa tensão (grupo B) arcam com a taxa de disponibilidade da rede (30 kWh para monofásico, 50 kWh para bifásico e 100 kWh para trifásico), que é a diferença entre a energia injetada e a consumida. Os consumidores conectados em média tensão de distribuição (grupo A) pagam pela demanda contratada. Outro fator de importância é que créditos de energia excedentes podem ser utilizados em outra unidade consumidora do mesmo

proprietário. Além disso, os créditos não utilizados são acumulados e expiram em 60 meses após a data do faturamento. Esses créditos são revertidos em prol da modicidade tarifária, onde o consumidor não pode fazer jus a qualquer forma de compensação após esse prazo (ANEEL, 2012; 2015).

Figura 10 – Processo do sistema fotovoltaico



Fonte: Acervo Proengenergia (2019).

4.8 FINANCIAMENTO BANCÁRIO

Para determinar se o investimento na tecnologia dos sistemas fotovoltaicos compensa financeiramente, pesquisas de mercado foram feitas. Para esta pesquisa foram apresentadas contas de energia elétrica com consumo médio de 600 kWh em conjunto, sendo uma unidade consumidora bifásica e outra trifásica, portanto, pode-se abater até 450 kWh das duas contas em conjunto. A partir destes dados as propostas comerciais foram obtidas e estão apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5 – Empresas consultadas para análise financeira

PROPOSTA DE SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICO			
RELAÇÃO	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C
DATA	13/05/2020	15/05/2020	14/05/2020
GERAÇÃO ON GRID (kWp)	4	6,4	7,4
MODULOS	10	18	22
POTÊNCIA DOS MODULOS (W)	400	360	335
Nº DE INVERSORES	1	1	1
Á. DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA (m ²)	23,4	41,9	51,3
PRODUÇÃO MENSAL (kWh)	463,64	600	935
VALOR DO SISTEMA (R\$)	17.392,33	26.500,00	33.481,88
VALOR DO SISTEMA POR (kwp)	4.348,08	4.140,62	4.524,58
FINANCIAMENTO PRÓPRIO (PARCELAS)	-	-	60
FINANCIAMENTO VIA BANCO	72	72	72
PAGAMENTO A VISTA	SIM	SIM	SIM

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Diante dos resultados da Tabela 5, é possível listar três fatores para a análise financeira, a saber:

- I. Economia;
- II. Sustentabilidade;
- III. Custo / benefício.

4.8.1 Economia

A existência de pouco conhecimento e a ausência de orientação financeira desenvolve graves problemas econômicos e sociais, como a inadimplência. Esse cenário tende a crescer devido à crise do desemprego que atinge todo o país. Portanto, é necessário conhecer as formas de financiamento bancário e a situação financeira da família, compreendendo as formas de pagamentos e os juros acrescidos na transação bancária. Para tanto, a aplicação dos resultados em forma

de uma simulação de médio e longo prazo de pagamento pode ser viável para prezar a saúde financeira da família (GUINDANI; MARTINS; CRUZ, 2008; MACHADO, 2009; MANIÇOBA, 2017).

4.8.2 Sustentabilidade

Fonte renovável intermitente e alternativa sustentável na geração e consumo energético. A geração solar fotovoltaica compreende nova percepção, onde a emissão de toneladas de poluentes não foram jogados na atmosfera ao acionamento de alguma usina termelétrica que tenha por fonte combustível fóssil: óleo diesel, carvão mineral ou gás natural, constata-se com isso que é um ciclo virtuoso e socioeconômico, que a longo prazo acarretará em gastos menores com grandes linhas de transmissão devido às gerações distribuídas em telhados e próximos as cargas que por definição são os próprios produtores (HIOKI et al, 2017).

4.8.3 Custo

A instalação de um sistema de microgeração solar fotovoltaica é de total responsabilidade da família contratante, a qual, após análise dos custos e do tempo de retorno do investimento, será capaz de avaliar as condições de pagamento/ financiamento e assim optar pelo desenvolvimento do projeto (SHAYANI; OLIVEIRA; CAMARGO, 2006).

Tabela 6 – Custos no processo de instalação do sistema fotovoltaico

Investimento Inicial	R\$ 17.392,33		
Taxa de Desconto		0%	
Período (Ano)	Fluxo de Caixa	Valor Presente	VP Acumulado
0	-R\$ 17.392,33	-R\$ 17.392,33	-R\$ 17.392,33
1	R\$ 4.395,30	R\$ 4.395,30	-R\$ 12.997,03
2	R\$ 8.790,61	R\$ 8.790,61	-R\$ 4.206,42
3	R\$ 13.185,91	R\$ 13.185,91	R\$ 8.979,49
4	R\$ 17.581,20	R\$ 17.581,20	R\$ 26.560,69
5	R\$ 21.976,50	R\$ 21.976,50	R\$ 48.537,19

6	R\$ 26.371,80	R\$ 26.371,80	R\$ 74.908,99
Soma VPs (Ano 1 a 6)	R\$ 92.301,32		
VPL do Projeto	R\$ 74.908,99		
Taxa Interna de Retorno (TIR)	55,13%		
Taxa de Lucratividade	5,31		
Tempo de Payback	2,32		

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A Tabela 6 sintetiza os custos no processo de instalação do sistema. O estudo posteriori apresenta um fluxo positivo em payback , em vista do retorno no vigésimo sétimo mês da operação financeira, o VPL (valor presente líquido) e positivo pois indica que o projeto se pagará dentro do tempo de análise que são de 6 anos, a TIR (taxa interna de retorno) utilizada na verificação dos cálculos e satisfatório frente a caderneta de poupança; A implantação do sistema é viável em virtude da oportunidade de investimento financeiro e amplia o desenvolvimento tecnológico, sustentável na região do vale do Jamari.

Portanto, conforme apresentado na tabela 6 o tempo de retorno do investimento é de 2,32 anos.

4.8.4 Benefícios

Para efeito de comparativo analisaremos o mesmo valor do investimento realizado na caderneta de poupança valor fornecido pelo sitio do Banco do Central do Brasil na página remuneração dos depósitos de poupança consultado no dia 15/06/2020, que consta o rendimento médio mensal de 0.5% ao mês. Para resolução do cálculo considera-se que: o ano é comercial, ou seja, 1 ano possui 12 meses e 360 dias, para realizar o investimento não haverá nenhum tipo de custo, as taxas anuais são efetivas, e vamos saber qual será o valor futuro dos possíveis investimentos.

$$FV = PV \cdot (1+i)^n$$

$$FV=17.392.33*(1,005)^{72}$$

$$FV= R\$ 24.906,11$$

Na tabela 6 já consta o valor futuro de R\$ 26.371,80 do sistema solar. Consequentemente, para simples conferência, nota-se que o sistema solar fotovoltaico é mais lucrativo. Com um tempo de retorno de investimento inicial em 27 meses, o projeto do sistema solar fotovoltaico é viável em relação ao mesmo valor realizado a outros investimentos.

CONCLUSÃO

Ao avaliar os resultados praticáveis do estudo, levou-se em consideração a renda e a capacidade de não haver endividamento familiar, uma vez que a compra, instalação e manutenção do sistema solar fotovoltaico em no país têm-se mostrado bem viável economicamente.

Ao contrastar os possíveis resultados da Audiência Pública nº 1/2019, referente à revisão das regras aplicáveis à micro e mini geração distribuída, o processo de instalação deverá ser esquematizado em consonância com o cenário do setor, levando em consideração o comportamento do mercado financeiro e como os sistemas de geração distribuídas já implantados que poderão ter suas situações modificadas. Tornando-se necessário que o Governo Federal, Congresso Nacional e a ANEEL, aprovem o marco regulatório do setor elétrico solar para que a geração distribuída tenha sua base regulatória e jurídica consolidada.

Destaca-se que a matriz energética fotovoltaica se apresenta com demanda crescente nos dias atuais, pois além de trazer compensação financeira, é uma fonte de energia sustentável e inesgotável, tendo em vista que o utiliza o sol como fonte primária. O investimento nesse sistema de abastecimento energético é fundamental para reduzir os danos ambientais e aos indivíduos. Além disso, a região norte do Brasil, a qual o município de Ariquemes-RO está situado é tida como uma área extremamente favorável para o investimento, levando consideração localização geográfica, clima, entre outros. Considerando o conceito e a importância de um sistema solar fotovoltaico, inclui-se fonte renovável, geração elétrica silenciosa, baixo impacto ambiental, geração de emprego, por consequência mão de obra especializada na qual o trabalhador tem melhor remuneração, com isso o setor de educação Brasileiro evolui em cursos de nível superior e técnico, reciclagem periódicas do setor elétrico movimentando financeiramente tanto um como o outro setor, uso de tecnologia na preservação ambiental, adquire-se uma atitude e consciência preservacionista onde ocorrerá disseminação de atitudes de consciência, de preservação ecológica e da necessidade de um planeta mais limpo e sustentável sem ter que utilizar fontes energéticas poluidoras. Correlaciona-se também que com o uso do sistema solar fotovoltaico a proteção contra aumentos

inflacionários do setor elétrico, realização de uma economia de energia elétrica e com a ampliação do sistema de geração haverá uma considerável diminuição no temor de racionamento elétrico presente em períodos de seca nas bacias hidrográficas as quais abastecem as usinas de geração elétricas, atitude que proporciona estabilidade e ou crescimento da cadeia produtiva nacional.

O investimento nesse tipo de sistema deve ser minuciosamente calculado, levando em consideração uma família de classe média. As bases de orçamento e a educação financeira são essenciais para prevenir danos e riscos ao lar. No mesmo sentido, os financiamentos com os bancos devem ser bem analisados e a satisfação mútua com o investimento deve ser alcançada.

Não obstante, salienta-se que novos estudos e pesquisas que levem em conta o tema abordado são imprescindíveis. A literatura científica facilita o embasamento e a exemplificação às pessoas, de maneira a orientá-las. Além disso, quando se releve o assunto apresentado nesse trabalho, que é sobre energia renovável e a sua implementação, é emanada uma necessidade de atualização contínua dos dados, normativas e resoluções, para que as informações sejam sempre coerentes com o momento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº. 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília: ANEEL, 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 08 out. 2019.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº. 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília: ANEEL, 2015. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 08 out. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

_____. Resolução nº. 1, de 18 de março de 2019. Brasília: **DOU Diário Oficial da União**. Publicado no D.O.U. 19 de março de 2019. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67531883. Acesso em: 08 out. 2019.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais: conforme norma NBR 5410: 2004**. Ed. Érica, 2006.

FRANÇA, Vitor Correia Lima. **Inserção da energia fotovoltaica no Brasil: Uma avaliação de incentivos**. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Disserta%C3%A7%C3%A3o+Vitor+Correia+Lima+Fran%C3%A7a+2016.pdf/7604a691-841a-6c57-7f93-10f8865b3f96>. Acesso em: 10 out. 2019.

GUINDANI, Roberto Ari; MARTINS, Tomas Sparano; CRUZ, June Alisson Westarb. **Finanças pessoais**. Editora Ibpex, 2008.

HIOKI, André Tsuyoshi et al. Avaliação da qualidade e desempenho de sistemas fotovoltaicos de pequeno porte conectados à rede elétrica. **Revista Brasileira de Biologia e Tecnologia**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MACHADO, Bruno Goulart de Freitas. Análise econômica aplicada à decisão sobre alocação de água entre os usos irrigação e produção de energia elétrica: o caso da bacia do Rio Preto. 2009. Disponível em: <http://repositorio.aneel.gov.br/index.ht>. Acesso em: 10 out. 2019.

MANIÇOBA, Rafaela Ferreira. CONTRIBUIÇÃO DO NÍVEL EDUCACIONAL NO COMPORTAMENTO FINANCEIRO PESSOAL. **Revista Faz Ciência**, v. 19, n. 30, p. 34, 2017. Disponível em:

<http://saber.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/14447>. Acesso em: 20 out. 2019.

NAKABAYASHI, Renny Kunizo. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-26012015-141237/en.php>. Acesso em: 07 out. 2019.

NASCIMENTO, Rodrigo Lima. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. **Brasília. Câmara dos Deputados**, 2017.

ONS. Operador Nacional do sistema Elétrico. Energia agora: carga e geração. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/carga-e-geracao>. Última atualização: 27/03/2020 09:49, Acesso em: 27 de março de 2020.

PEREIRA, Bruno Eustáquio Lima. Análise de viabilidade econômica de implantação de um sistema de geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos em sítio aeroportuário. 2017.

PEREIRA, Felipe. Análise do arcabouço legal associado ao desenvolvimento de parques eólicos offshore no Brasil. **Instituto de pesquisa aplicada (IPEA)**. Brasília, 2017. Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Dissertação>.

Acesso em: 12 out. 2019.

ROSA, Antonio Robson Oliveira da; GASPARIN, Fabiano Perin. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 7, n. 2, p. 140-147, 2016. Disponível em:

<https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/157>. Acesso em: 21 mar. 2020.

SANTOS, Juliane Barbosa dos; JABBOUR, Charbel José Chiappetta. Adoção da energia solar fotovoltaica em hospitais: revisando a literatura e algumas experiências internacionais. **Saúde e sociedade**, v. 22, p. 972-977, 2013.

SANTOS, Fabrício Almeida; SOUZA, C. A.; DALFIOR, Vanda Aparecida Oliveira.

ENERGIA SOLAR: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG. **Simpósio de excelência em Gestão e Tecnologia, XIII, Rio de Janeiro, RJ**, 2016. Disponível em:

<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/862456.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2020.

SHAYANI, Rafael Amaral; OLIVEIRA, MAG de; CAMARGO, IM de T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. In: **Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE)**. Brasília. 2006. p. 60.

Disponível em: http://www.gsep.ene.unb.br/producao/marco/sbpe_2006.pdf. Acesso em: 24 fev. 2020.

SILVEIRA, Rodrigo Schulz; TRAMONTIN, Bruno. Análise de viabilidade econômica da utilização de energia fotovoltaica em um posto de combustível. **Engenharia Civil-Tubarão**, 2017.

SOUTO, Ana Lucia. Evolução do uso da energia ao longo da história. **BNCC Ciências: EF07I05**. 2019.

TIEPOLO, Gerson Máximo et al. Atlas de energia solar do estado do paraná- resultados. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 9, n. 1, p. 01-10, 2018.

VALLÊRA, Antônio M.; BRITO, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta de Física**, v. 1, n. 2, p. 17, 2006.

VITERBO, Jean Carlo. **Geração de energia elétrica a partir da fonte eólica offshore**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NASA. Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço. Observatório Solar dinâmico. Disponível em <https://sdo.gsfc.nasa.gov/> . Última atualização: 27/03/2020 09:50, Acesso em: 27 de março de 2020.

INPE. Instituto de Pesquisas Espaciais. Observatório Solar dinâmico. Disponível em <https://sdo.gsfc.nasa.gov/> . Última atualização: 27/03/2020 09:50, Acesso em: 27 de março de 2020.

LABREN. Atlas Brasileiro de Energia Solar, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 2017. Disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br/> , Acesso em: 28 de março de 2020.

SOLAR FINGER. Mapa de Radiação Solar no Brasil, 2017- 2018. Disponível em: <https://solarfinger.com.br/> , Acesso em: 25 de março de 2020.



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Carlos Luiz de Oliveira Junior

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 11.09.2020

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **3,93%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ⚠️

Suspeitas confirmadas: **3,7%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ⚠️

Texto analisado: **85,84%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11
sexta-feira, 11 de setembro de 2020 11:38

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **CARLOS LUIZ DE OLIVEIRA JUNIOR**, n. de matrícula **22911**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 3,93%. Devendo o aluno fazer as correções que se fizerem necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente