



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

SAMUEL FERREIRA FERNANDES

**ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR
PARA COMÉRCIOS E RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE RIACHO DE SANTANA/RN**

PAU DOS FERROS/RN

2021

SAMUEL FERREIRA FERNANDES

**ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR
PARA COMÉRCIOS E RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE RIACHO DE SANTANA/RN**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros/RN como requisito parcial para à obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Antonio Diego Silva Farias.

PAU DOS FERROS/RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F363a Fernandes, Samuel Ferreira .

Análise Econômico-financeira da utilização de Energia Solar para comércios e residências na cidade de Riacho de Santana/RN / Samuel Ferreira Fernandes. - 2021.

64 f. : il.

Orientador: Antonio Diego Silvia Farias.

Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, 2021.

1. Energia Solar. 2. Viabilidade financeira.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

SAMUEL FERREIRA FERNANDES

**ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR
PARA COMÉRCIOS E RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE RIACHO DE SANTANA/RN**

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Bacharelado Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos
Ferreiros/RN como requisito parcial para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciência e
Tecnologia

Defendida em: 29 / 10 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

ANTONIO DIEGO SILVA
FARIAS:01368341322

Assinado de forma digital por ANTONIO
DIEGO SILVA FARIAS:01368341322
Dados: 2021.11.09 12:45:38 -03'00'

Prof. Dr. Antonio Diego Silva Farias (UFERSA)
Presidente

OTAVIO PAULINO
LAVOR:99653257315

Assinado de forma digital por
OTAVIO PAULINO
LAVOR:99653257315
Dados: 2021.11.09 16:14:06 -03'00'

Prof. Dr. Otávio Paulino Lavor (UFERSA)
Membro Examinador

JOSENILDO FERREIRA
GALDINO:0384478743
7

Assinado de forma digital por
JOSENILDO FERREIRA
GALDINO:03844787437
Dados: 2021.11.09 11:36:40 -03'00'

Prof. Dr. Josenildo Ferreira Galdino (UFERSA)
Membro Examinador

CLECIDA MARIA BEZERRA
BESSA:94191786415

Assinado de forma digital por CLECIDA
MARIA BEZERRA BESSA:94191786415
Dados: 2021.11.09 12:48:30 -03'00'

Prof. Dra. Clécida Maria Bezerra Bessa (UFERSA)
Membro Suplente

Aos meus pais e familiares!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e me abençoar nessa caminhada.

Agradeço ao meu pai, José Ione Fernandes, e a minha mãe, Edjane de Carvalho Ferreira, pela preocupação, cuidado e carinho e ensinamentos transmitidos, a é quem dedico minha conquista.

Agradeço a minha avó Maria José de Carvalho Ferreira, mulher incansável e batalhadora, que sempre lutou para o melhor da sua família e que esteve sonhando com minha formação.

Agradeço aos professores Otávio Paulino Lavor e Antonio Diego Silva Farias, por ter me acolhido de braços abertos, pelos ensinamentos e paciência depositados em mim, e aos professores Josenildo Ferreira Galdino e Clécida Maria Bezerra Bessa pela participação na banca.

E por fim, agradeço aos meus amigos Francisco Luan de Araújo Silva e Lucas Cavalcante da Silva, no qual tive a honra que conviver e compartilhar de momentos incríveis em todos esses anos de instituição, desejo-lhes sucesso nas suas trajetórias e estarão sempre comigo.

“A persistência é o caminho do êxito”
(Charles Chaplin)

RESUMO

A busca pela diversificação da matriz energética brasileira tem se tornado cada vez mais necessária, decorrente com a crescente escassez de chuva e maior consumo de água, que, conseqüentemente, reduz a energia elétrica gerada por hidrelétricas e aumentam as tarifas com serviço de fornecimento de energia elétrica. A vantagem geográfica do Nordeste brasileiro apresenta características que favorecem a geração de energia solar fotovoltaica. Diante disso, este trabalho apresenta um estudo de caso quanto à viabilidade econômica na instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR), para um proprietário de uma pequena adutora de abastecimento de água no município de Riacho de Santana/RN, que atualmente utiliza energia fornecida pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN). A energia solar é considerada uma energia limpa, renovável e fundamental para o futuro energético do país. Desta forma, o presente trabalho buscar demonstrar, por meio de revisão bibliográfica, como está o consumo e os custos energia elétrica no Brasil, a matriz elétrica brasileira, o estudo e o uso da energia solar no Brasil e os indicadores para a análise econômico-financeira. A partir do estudo teórico, foi possível elaborar o projeto proposto, no qual custará R\$ 25.320,67 para sua implantação. Os resultados obtidos confirmam que o investimento se pagará em 5 anos e seis meses. Os resultados obtidos confirmam que o projeto, além de ser uma alternativa para reduzir custos é viável pelo fato de que os indicadores atingiram valores positivos como o VPL, de R\$ 197.028,53 e uma Taxa Interna de Retorno de 25%, e mostram através do *payback* descontado que o investimento se pagará em 5 anos e meio.

Palavras-chave: Energia Solar. Viabilidade financeira. Sistema fotovoltaico. SFCR.

ABSTRACT

The search for diversification of the Brazilian energy matrix has become increasingly necessary, due to the growing scarcity of rain and greater water consumption, which, consequently, reduces the electricity generated by hydroelectric plants and increases tariffs with energy supply services. The geographic advantage of the Brazilian Northeast presents characteristics that favor the photovoltaic solar energy generation. Therefore, this work presents a case study on the economic feasibility of installing a grid-connected photovoltaic system (GCPVS) for an owner of a small water supply pipeline in the municipality of Riacho de Santana/RN, which currently uses energy provided by the Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN). Solar energy is considered to be clean, renewable and fundamental to the country's energy future. Thus, the present work seeks to demonstrate, through a literature review, how is the consumption and costs of electricity in Brazil, the Brazilian electricity matrix, the study and use of solar energy in Brazil and indicators for economic-financial analysis. From the theoretical study, it was possible to prepare the proposed project, which will cost R\$ 25,320.67 for its implementation. The obtained results confirm that the investment will pay off in 5 years and six months. The obtained results confirm that the project, in addition to being an alternative to reduce costs, is viable due to the fact that the indicators reached positive values such as the NPV of R\$ 197,028.53 and an Internal Rate of Return of 25%, and show through of the discounted payback that the investment will pay for itself in 5 and a half years.

Keywords: Solar Energy. Financial Viability. Photovoltaic System. GCPVS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Matriz elétrica Brasileira no ano de 2010 e 2019	20
Figura 2	–	Efeito fotovoltaico	23
Figura 3	–	Células de silício monocristalino	24
Figura 4	–	Células de silício policristalino	24
Figura 5	–	Inversor fotovoltaico	25
Figura 6	–	Sistema fotovoltaico isolado ou sistema <i>off grid</i>	26
Figura 7	–	Sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica ou sistema <i>on grid</i>	26
Figura 8	–	Mapa do município de Riacho de Santana/RN	31
Figura 9	–	Média da radiação solar global diária no Nordeste ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$)	33
Figura 10	–	Média de irradiação solar em Riacho de Santana/RN	33
Figura 11	–	Irradiação Solar no Plano Inclinado – Riacho de Santana/RN	34
Figura 12	–	Vista via satélite do local	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Variação mensal do consumo de energia	35
Gráfico 2	–	Geração estimada x Consumo de energia	41
Gráfico 3	–	Fluxo de caixa da viabilidade econômica do sistema	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Capacidade Instalada de Geração Elétrica	28
Tabela 2	–	Consumo de energia mensal	34
Tabela 3	–	Geração de energia mensal	41
Tabela 4	–	Custos para implementação do Projeto Fotovoltaico	42
Tabela 5	–	Fluxo de caixa da viabilidade econômica do sistema	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APE	Autoprodutor
BEN	Balanço Energético Nacional
CO ₂	Dióxido de Carbono
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FDI	Fator de Dimensionamento do Inversor
kWh	Quilowatt hora
MW	Megawatt
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
SFCR	Sistema Fotovoltaica Conectado à Rede
SP	Serviço Público
tep	Tonelada equivalente de petróleo
TIR	Taxa Interna de Retorno
VLP	Valor Presente Líquido

LISTA DE SÍMBOLOS

©	Copyright
%	Porcentagem
\$	Cifrão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	19
2.1	CONSUMO E FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	19
2.2	A MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA	20
2.3	CUSTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA	21
2.4	CRESCIMENTO ECONÔMICO X CONSUMO DE ENERGIA	21
2.5	ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA	22
2.5.1	Sistema Fotovoltaicos	23
2.5.2	Células fotovoltaicas	23
2.5.3	Inversores	25
2.5.4	Formas de Sistemas Solares	26
2.5.5	Instalações Fotovoltaicas	27
2.6	O USO DE ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA NO BRASIL	27
3	FATORES PARA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA	29
3.1	VALOR PRESENTE LÍQUIDO – VPL	29
3.2	TAXA INTERNA DE RETORNO – TIR	29
3.3	<i>PAYBACK</i>	30
4	METODOLOGIA	31
5	ANÁLISE DO CONSUMIDOR	33
5.1	COLETA DE DADOS	33
5.1.1	Dados da irradiação solar	33
5.1.2	Consumo médio de energia	34
5.1.3	Local de instalação	35
6	RESULTADOS E DISCURSÕES	37
6.1	Projeto do sistema fotovoltaico	37
6.1.1	Dimensionamento dos painéis fotovoltaicos	37
6.1.2	Dimensionamento dos inversores	38
6.1.3	Dimensionamento dos condutores	39
6.2	ENERGIA GERADA POR MÊS	40

6.3	ESTIMATIVA DE CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO FOTOVOLTAICO	42
6.4	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	43
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA	52
	ANEXO A – DATASHEET DO MÓDULO JINKO SOLAR	53
	ANEXO B – DATASHEET DO INVERSOR FRONIUS	56
	ANEXO C – ORÇAMENTO DA ENERGOS ENGENHARIA	61

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade vem acompanhado de um aumento em seu consumo de energia. Essa dependência tem se intensificado com o crescimento da população mundial, aliado à elevação nos padrões de qualidade de vida e, conseqüentemente, ao aumento da demanda por energia. Esse cenário é ainda mais evidente nos países em desenvolvimento, uma vez que a demanda por energia se coloca como pilar para o crescimento, seja pela via do desenvolvimento industrial, seja pelo incentivo ao consumo e pela distribuição de renda (ABREU et al., 2010).

A energia elétrica é essencial para a vida moderna e, por isso, é preciso produzi-la em larga escala para atender toda a população de um país. Nesse cenário, a preocupação ambiental é crescente, na maioria dos países. (JARDIM, 2007). As atuais preocupações perpassam a atual forma de sua geração, entretanto, faz-se necessário encontrar outras formas de geração de energia que reduzam ou limitem a degradação ambiental, em que pese respeitar os recursos naturais torna-se uma questão fundamental para a vida humana (HOSENUZZAMAN et al., 2015). Por consequência, as fontes de energias renováveis vêm ganhando cada vez mais espaço no mercado mundial, por se tratarem de energia limpa e menos agressivas ao meio ambiente.

Embora tenha ocorrido uma maior diversificação da matriz elétrica brasileira, os dados apresentados no Balanço Energético Nacional (BEN), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2018), a composição da matriz energética brasileira está pautada na exploração dos recursos hídricos (65,2% da capacidade instalada), seguida pela geração termoeletrica (25,3%) e o restante (9,43%) pela geração de energia nuclear, eólica e solar. Números que evidenciam uma matriz energética com predominância hidráulica na sua geração.

O racionamento enfrentado no ano de 2001 evidenciou que o setor elétrico brasileiro, necessitava ser modificado. Novas fontes de energia elétrica precisavam ser incentivadas. Neste sentido, buscou-se a implantação de um novo modelo, este efetivado a partir do ano de 2004 através das leis nº 10.847 e 10.848 buscando alterar e fundamentar o sistema elétrico brasileiro em prol de uma melhor segurança energética, diferentes tarifas e atendimento universalizado. (DALFOVO, W. C. T. et al, 2019).

Dentre as fontes consideradas renováveis, a energia solar vem se consolidando no mercado, despertando interesse mundial. Sua exploração recebeu inúmeras melhorias tecnológicas possibilitando seu máximo proveito energético. Entretanto, a energia solar abastece apenas uma pequena parcela na matriz energética. (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

Neste sentido, a energia solar é caracterizada por ser uma fonte de energia limpa e renovável, cujos impactos causados ao meio ambiente são menores do que as de uma usina hidrelétrica, nuclear ou termelétrica no ato da geração elétrica, que são responsáveis por grande parte das emissões de CO₂ na atmosfera. O objetivo da revolução energética é reduzir as emissões de CO₂ em torno de 50% e 80% até 2050. (MENEGUZZO et al., 2015).

Portanto, conforme o crescimento da população, a demanda e o aumento das tarifas no uso de energia elétrica, o objetivo deste estudo é analisar a viabilidade econômico-financeira da instalação de um sistema gerador de energia elétrica fotovoltaica para atender o consumo de energia de pequenos comerciantes e consumidores residenciais do município de Riacho de Santana/RN, visando a utilização da energia solar fotovoltaica como alternativa para a redução dos custos com o consumo de energia elétrica, pois é uma fonte de energia com grande potencial de produção e que pode ser muito explorada e aproveitada.

Tendo em vista, a vantagem ambiental e a nossa localização geográfica, o estudo pautará na elaboração de sistema de geração de energia solar fotovoltaica para um proprietário de uma pequena adutora de abastecimento de água potável no município de Riacho de Santana/RN, de forma que, será analisado se é financeiramente viável ou não a instalação dessa usina geradora para esse empreendedor, bem como, o tempo de retorno do investimento e a economia média mensal.

Desta forma, a realização do presente trabalho busca demonstrar como está o consumo e os custos energia elétrica no Brasil, a matriz elétrica brasileira, o estudo e o uso da energia solar no Brasil e os indicadores para a análise econômico-financeira. A partir do estudo teórico, foi possível elaborar o projeto proposto e mostrar os custos da implantação de um sistema fotovoltaico.

2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Neste capítulo, serão apresentadas as revisões teóricas que aqui pretendem embasar as análises do presente trabalho.

2.1 CONSUMO E FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Nos últimos trinta anos, o aumento da produção de energia primária no Brasil tem acompanhado de perto o crescimento do PIB, mas o consumo de eletricidade tem aumentado mais rapidamente, em razão da eletrificação crescente do país e da instalação de indústrias eletro intensivas, como as de alumínio. (GOLDEMBERG; J. LUCON, O., 2007).

Os padrões atuais de produção e consumo de energia são baseados nas fontes fósseis, o que gera emissões de poluentes locais, gases de efeito estufa e põem em risco o suprimento de longo prazo no planeta. É preciso mudar esses padrões estimulando as energias renováveis, e, nesse sentido, o Brasil apresenta uma condição bastante favorável em relação ao resto do mundo. (GOLDEMBERG; J. LUCON, O., 2007).

A matriz energética brasileira é uma das mais renováveis entre os países industrializados, onde a utilização de fontes não renováveis ainda é grande. No ano de 2019, somando lenha e carvão vegetal, hidráulica, derivados de cana e outras renováveis, nossas renováveis totalizam 46,1%, quase metade da nossa matriz energética, e no mundo soma-se um percentual de aproximadamente 13,9%. Assim, enquanto, no mundo, o uso de fontes não renováveis é de 86,1%, no Brasil esse uso é de 53,9%. (EPE, 2020).

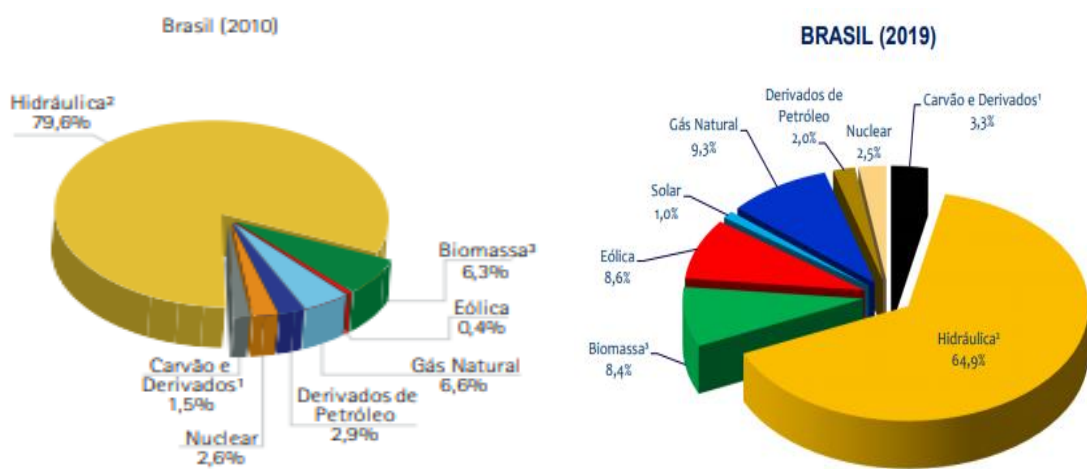
De acordo com o site do Governo do Brasil, a demanda total de energia chegou a 294 milhões tep, mostrando crescimento de 1,4% sobre 2018, acima da taxa do PIB (1,1%), e respondendo por 2% da energia mundial. A energia solar cresceu 92% e a eólica, 15,5%, fontes que, somadas, contribuíram com 50% do aumento da participação das renováveis na matriz. (Brasil, 2020).

O relatório BEN 2020 realizado pelo EPE demonstra que em 2019 ocorreu um acréscimo no consumo de 0,8% em relação ao ano anterior e que a geração de energia foi 4,1% superior no ano de 2019 ante o ano de 2018.

2.2 A MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

Frente às demandas ambientais o governo brasileiro instituiu em 2002 o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), com a finalidade de aumentar o aproveitamento das fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas disponíveis na matriz energética brasileira. Considerando o ano base 2019, as principais fontes energéticas são: hidráulica, gás natural, biomassa, petróleo, carvão e energia eólica. Os combustíveis fósseis representam 17,1% (2,0% petróleo e derivados, 9,3% gás natural e 3,3% carvão e derivados e 2,5% nuclear), e as energias renováveis representam cerca de 82,9% (64,9% hidráulica, 8,4% biomassa, 8,6% eólica e 1,0% solar) da matriz elétrica nacional, evidenciando a grande vantagem do Brasil, que se posiciona com uma menor dependência de recursos energéticos não renováveis. (EPE, 2020). A Figura 1 evidencia a composição da matriz elétrica brasileira em 2010 e 2019.

Figura 1 – Matriz elétrica Brasileira no ano de 2010 e 2019.



Fonte: BEN, 2020.

No Brasil, percebe-se que as fontes de energia hidrelétrica possuem uma atuação bastante representativa na matriz energética brasileira. A mesma respondeu por um percentual superior a 64,9% da oferta de energia elétrica no ano 2019, como exposto na Figura 1, e por 79,6% em 2010, conforme apresentado no BEN (2012). É possível caracterizá-las como uma alternativa de produção de energia limpa, no entanto, a instalação de usinas hidrelétricas causa danos socioambientais consideráveis, como a expulsão de povoados, os alagamentos de extensas áreas, os quais podem gerar desequilíbrio do ecossistema local, dentre outros impactos negativos.

Dentre as energias renováveis, a energia solar destaca-se por ser uma fonte de energia limpa e renovável, cujos impactos causados no meio ambiente são significativamente menores do que as de uma usina hidrelétrica, nuclear ou termelétrica, ademais, a energia solar conta com recursos energéticos inesgotáveis, se tornando a fonte energética mais abundante do planeta (KEMERICH et al. 2016). Por se tratar de uma fonte renovável em expansão, seu custo de geração, embora elevado, se comparado a outras fontes energéticas, demonstra perspectivas de competitividade na modalidade de exploração fotovoltaica no Brasil.

2.3 CUSTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

O mercado de distribuição de energia elétrica no Brasil é atendido por 64 concessionárias, estatais ou privadas, de serviços públicos que abrangem todo o País. As concessionárias estatais estão sob controle dos governos federal, estaduais e municipais. Em várias concessionárias privadas verifica-se a presença, em seus grupos de controle, de diversas empresas nacionais, norte-americanas, espanholas, portuguesas e francesas. São atendidos cerca de 47 milhões de unidades consumidoras, das quais 85% são consumidores residenciais, em mais de 99% dos municípios brasileiros (ABRADEE, 2005a; ANEEL, 2002).

Desde o ano de 2015, nas contas de consumo de energia foi implantado o Sistema de Bandeiras Tarifárias, na qual as modalidades: verde, amarela e vermelha (patamar 1 e patamar 2), que indicam se haverá ou não acréscimo no valor da energia a ser repassada ao consumidor final, em função das condições de geração de eletricidade.

A Bandeira quando está verde, indica está em condições favoráveis para produção de energia e não sofrem nenhum acréscimo na conta do consumidor, a bandeira amarela, indica geração menos favoráveis; a tarifa sofre acréscimo de R\$ 1,874 a cada 100 kWh consumidos; e a bandeira vermelha, em condições mais caras de geração é dividida em dois patamares, o patamar 1, a tarifa sofre acréscimo de R\$ 3,971 e o patamar 2, a tarifa sofre acréscimo de R\$ 9,492 a cada 100 kWh consumido. (ANEEL, 2021).

2.4 CRESCIMENTO ECONÔMICO X CONSUMO DE ENERGIA

O consumo de energia elétrica é considerado um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e social de um país (AHMED; AZAM, 2016; NADIMI; TOKIMATSU, 2018). O aumento no consumo de energia influencia o nível de produção e da renda da população, impactando todos os setores da economia, tais como o setor industrial,

comercial e de serviços. A população passa a adquirir bens e serviços com tecnologia mais avançada e com aparelhos mais sofisticados que exigem o acesso à rede elétrica, fazendo com que ocorra um aumento no consumo de energia. Fatores estes que foram fundamentais para o crescimento acelerado no consumo mundial de energia registrado nos últimos anos (ANEEL, 2008).

As diferentes classes sociais se distinguem através de seu padrão de consumo, que demonstram o estilo de vida e o padrão de renda da sociedade (NADIMI; TOKIMATSU, 2018a), estando direta e indiretamente ligado ao processo de produção, pois o aumento no consumo de energia acarreta um aumento no PIB. (FRANCISCO, 2010; NETO; CORRÊA; PEROBELLI, 2016).

É necessário destacar que o consumo médio de energia por consumidor possui relação com a renda da população e com PIB. Se a população passa a ter maior poder aquisitivo, a tendência é que haja uma elevação do consumo de energia.

2.5 ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA

O Sol é considerada a principal fonte de energia do planeta Terra, sendo responsável pela formação de diversas outras formas de energia, além de ser um dos grandes responsáveis pela manutenção da vida na Terra. Visando a busca por uma fonte de energia elétrica limpa e eficiente, estudos foram desenvolvidos para transformação da energia solar em elétrica.

A primeira conversão de conversão de luz em eletricidade foi verificada por Alexandre Edmond Becquerel, em 1839, com a descoberta de uma tensão elétrica resultante da ação da luz sobre um eletrodo metálico imerso em uma solução química (VILLALVA e GAZOLI, 2012). Becquerel denominou esse fenômeno físico como efeito fotovoltaico.

Segundo Sauer et al. (2006), somente em 1876 foi obtido o primeiro dispositivo a base de selênio, porém, o primeiro dispositivo viável foi desenvolvido no ano de 1953, nos Laboratórios Bell, nos Estados Unidos, em um substrato de silício. Inicialmente, esses sistemas foram aplicados em programas espaciais por ter valores altos para quase todas as aplicações. Porém, foi a crise do petróleo na década de 70 e o avanço tecnológico verificados desde então, que realmente impulsionaram as pesquisas visando o uso de módulos fotovoltaicos também no fornecimento de energia para aplicações terrestres.

As décadas de oitenta e noventa, conforme Vallêra e Brito (2006), também foi considerada um período de maior investimento em energia solar, oriundo de programas de

financiamento e motivados principalmente pela consciência crescente da ameaça das alterações climáticas resultantes da queima de combustíveis fósseis.

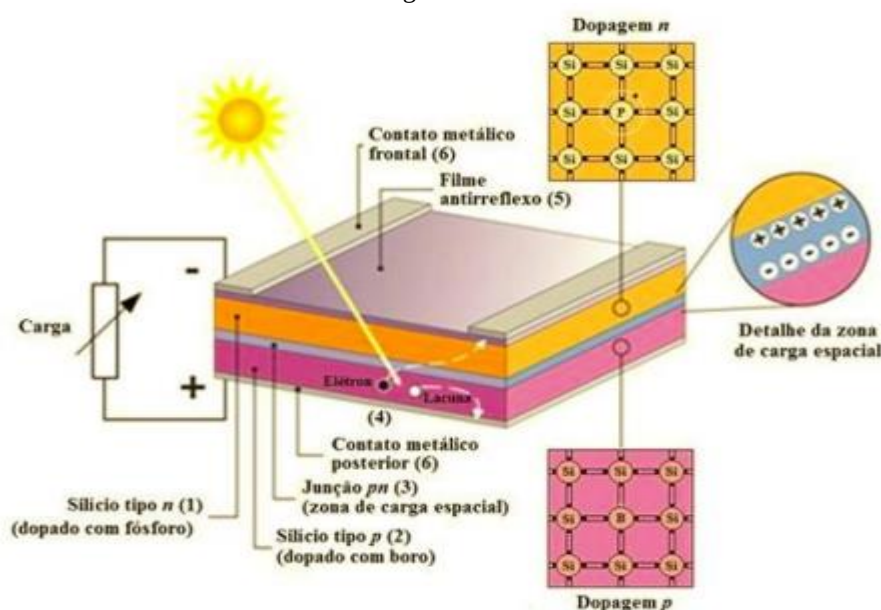
2.5.1 Sistema Fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos são conjuntos de equipamentos capazes de converter a energia solar em energia elétrica, com o objetivo de converter energia solar diretamente em eletricidade, utilizando-se do efeito fotovoltaico. O efeito ocorre em materiais semicondutores, denominadas células fotovoltaicas, principalmente o silício e o germânio.

2.5.2 Células fotovoltaicas

As células fotovoltaicas são constituídas da junção de dois materiais semicondutores, devidamente dopados, de modo que um material possua excesso de elétrons em suas ligações (material tipo N) e o outro possua um acúmulo de lacunas, ou seja, falta de elétrons (material tipo P). Entre os dois materiais é formada uma zona de depleção, região onde se forma um campo elétrico que inibe a difusão de cargas entre os materiais P e N. Na incidência da radiação solar sobre a célula, os elétrons passam para o lado N e as lacunas para o lado P. Assim, ocorre o surgimento de diferença de potencial em uma célula fotovoltaica, produzindo eletricidade. (OLIVEIRA, 2015). Esse esquema pode ser visto na Figura 2 abaixo.

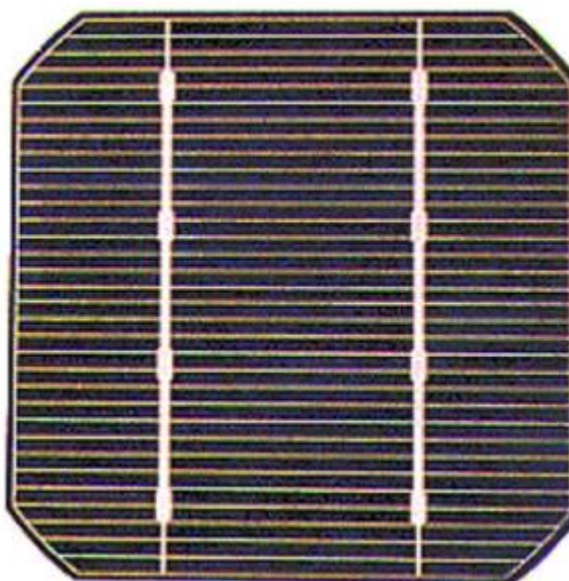
Figura 2 – Efeito fotovoltaico.



Fonte: PINHO, J. T; GALDINO, M. (2014, p. 529).

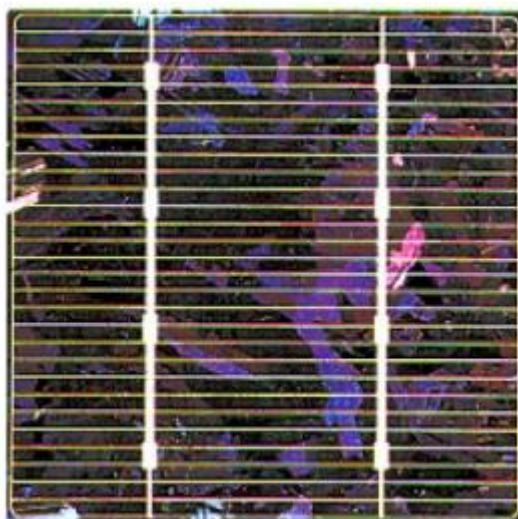
Em escala residencial, em geral, há dois tipos de construção de célula, com dois tipos materiais. O Silício monocristalino, as células são constituídas em fatias de uma única peça de cristal, necessitam de menos espaço para gerar a mesma quantidade de energia elétrica, garantindo melhor eficiência; Silício policristalino, a fabricação desse tipo de material consiste em um bloco com vários pequenos cristais, no entanto sua eficiência é próxima a obtida pelos materiais de silício cristalino e tendem a ser um pouco mais baratos que os painéis solares monocristalino (FADIGAS, 2012). Esses dois tipos de materiais podem ser vistos nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 – Células de silício monocristalino.



Fonte: PINHO e GALDINO, 2014.

Figura 4 – Células de silício policristalino.



Fonte: PINHO e GALDINO, 2014.

Os agrupamentos de várias células fotovoltaicas formam um painel fotovoltaicos ou módulos fotovoltaicos, este agrupamento pode ser variado, gerando assim, tensões e potências diferentes, para diferentes tamanhos.

2.5.3 Inversores

De acordo com Pereira & Oliveira (2011), o papel principal do inversor no sistema é converter a energia elétrica gerada pelo painel solar, de corrente contínua para corrente alternada. Garantir a segurança do sistema fotovoltaico e gerar dados da produção de energia para o monitoramento do desempenho do seu sistema também faz parte das funções do inversor, ele realiza um procedimento de inicialização, monitorando os parâmetros elétricos da rede, como frequência, tensão e impedância, antes de efetuar sua sincronização e conexão.

Para selecionar o inversor adequado a ser utilizado em um sistema fotovoltaico, segundo Messenger & Ventre (2010), os requisitos a serem analisados são: a potência, forma de onda da carga, eficiência do próprio inversor, o sistema de monitoramento, o tempo de garantia e o certificado do Inmetro.

Figura 5 – Inversor fotovoltaico.

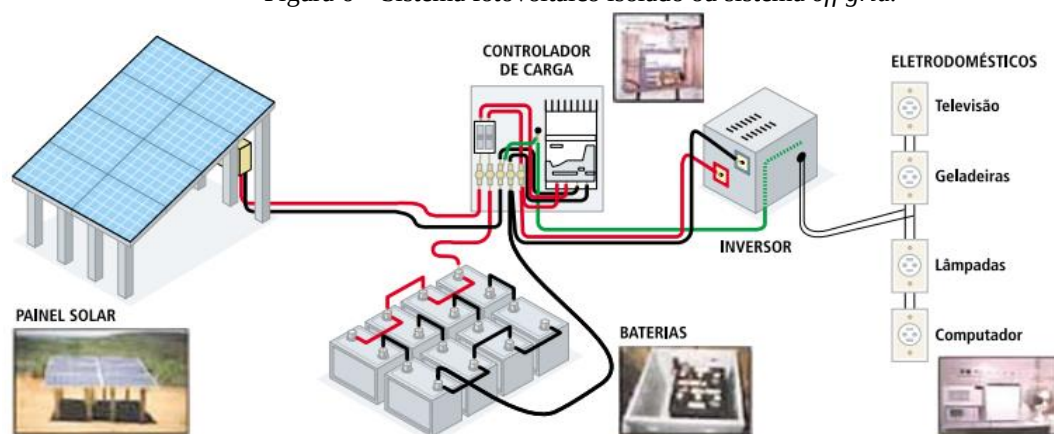


Fonte: SOLAR, 2016.

2.5.4 Formas de Sistemas Solares

O emprego da energia solar fotovoltaica pode acontecer de duas formas principais: em sistemas isolados ou *off grid*, ou seja, sem conexão à rede elétrica, que alimentam equipamentos com armazenamentos de energia, como, baterias e controle de cargas para utilização em períodos noturnos, como pode ser visto na Figura 6.

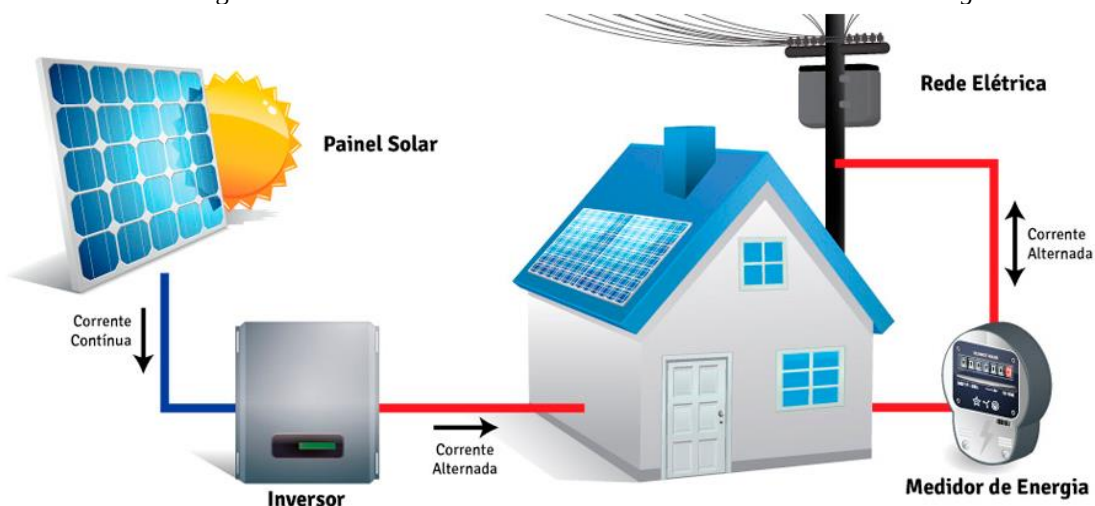
Figura 6 – Sistema fotovoltaico isolado ou sistema *off grid*.



Fonte: ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Energia solar. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>.

Além dos sistemas *off grid* existem os sistemas *on grid* que são conectados à rede elétrica, esse sistema são responsáveis por transformar a energia do sol em energia elétrica e injeta-los na rede elétrica de energia, através de equipamentos denominados inversores, responsáveis por converter a corrente contínua gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada de forma similar a um gerador eletromagnético comum e injetar na rede elétrica, conforme, destaca a Figura 7.

Figura 7 – Sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica ou sistema *on grid*.



Fonte: UNIVERSO SOLAR. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede. 2017. Disponível em: <
<https://universosolar.com/sistemas-fotovoltaicos-conectados-a-rede/>>.

2.5.5 Instalações Fotovoltaicas

As instalações fotovoltaicas do país foram então separadas em 3 grandes grupos, definidas como:

- Instalação residencial – com potência instalada menor que 10 kWp;
- Instalação comercial – com potência entre 10 kWp e 100 kWp;
- Instalação comercial de grande porte ou industrial de pequeno porte - com potência maior que 100 kW e menor que 1000 kWp.

A Resolução Normativa Aneel nº 482/2012 define as instalações menores que 100 kWp como micro geração e entre 100 kWp e 1000 kWp como mini geração. Assim sendo, os dois primeiros grupos representam a micro geração e o terceiro representa a mini geração.

2.6 USO DE ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A Resolução Normativa nº 482 estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica, visando reduzir as barreiras regulatórias existentes para conexão de geração de pequeno porte na rede de distribuição. (ANEEL, 2012).

A Resolução determinou um prazo de 240 dias para que as distribuidoras de energia do país desenvolvessem ou elaborassem normas técnicas referentes ao acesso de micro geração e mini geração, sendo que a partir desse prazo as distribuidoras deveriam atender a solicitações de acesso nessas modalidades de geração de energia elétrica.

Essa resolução sofreu atualizações em seu texto a partir da resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, e, a partir de então, a geração distribuída é classificada da seguinte forma:

- Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kWp;
- Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kWp e menor ou igual a 3 MWp para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MWp as demais fontes renováveis de energia elétrica.

O desenvolvimento dos sistemas solar fotovoltaicos nos últimos dez anos foi impulsionado pela utilização de políticas de suporte, buscando diminuir a diferença do custo da

eletricidade fotovoltaica e o preço de fontes convencionais de energia. Esses mecanismos de suporte foram diversos dependendo das especificidades do local e evoluíram para lidar com variações inesperadas do mercado e mudanças políticas (IEA, 2013). O caminho traçado pelos países que iniciaram o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no mundo pode servir de referência para o Brasil enfrentar os novos desafios para o setor elétrico nacional.

Na Tabela 1, observa-se que o Balanço Energético Nacional – BEN 2020 (ano base 2019) informa que, no Brasil, a capacidade instalada de energia elétrica é de 170.118 MW (megawatt), dos quais 2.473 MW provêm da energia solar. Já no Nordeste, a capacidade instalada é de 36.311 MW, dos quais 1.532 MW provêm da energia solar, indicando um aumento de 22,95% em relação ao ano anterior.

Dentre os estados do Nordeste, o Rio Grande do Norte apresenta uma capacidade instalada de energia de 4.766 MW, dos quais 117 MW provêm da energia solar. Diante disso, percebe-se que 2,45% da energia utilizada no Rio Grande do Norte é proveniente da energia solar, o que demonstra o quanto este tipo de energia deve ser incentivado, a fim de propiciar o desenvolvimento sustentável regional.

Tabela 1 – Capacidade Instalada de Geração Elétrica.

Território	Energia Solar (MW)			Total de utilização (MW)		
	SP	APE	TOTAL	SP	APE	TOTAL
Brasil	2.464	10	2.473	145.067	25.051	170.118
Nordeste	1.529	3	1.532	33.503	2.808	36.311
Rio Grande do Norte	0	1	117	4.696	69	4.766

Fonte: Adaptado de BEN (2020, p.158).

3 FATORES PARA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

Vários métodos podem ser utilizados para avaliar as alternativas de investimentos pelas empresas. Os mais conhecidos são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback*, no qual, serão apresentados na sequência do trabalho.

3.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO – VPL

O Valor Presente Líquido (VPL) é nomeado em grande parte da literatura financeira como um dos métodos mais tradicionais e eficientes na avaliação de projetos de investimentos (SCHROEDER; SCHROEDER; COSTA; SHINODA, 2005). Para Souza (2003, p. 74) o valor presente líquido (VPL) corresponde “à diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa associadas ao projeto e o investimento inicial necessário”.

A equação geral para o método VPL é a seguinte:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 \quad (1)$$

Onde:

FC_j : os valores de entrada ou saída do caixa em cada período de tempo;

FC_0 : Valor do investimento inicial;

j : Períodos de tempo;

i : Taxa de desconto do projeto.

Ao utilizar o VPL para tomar decisões, quando o VPL for maior que zero, o projeto é financeiramente viável. Quando o VPL for menor que zero, o projeto não é viável. Assim, “a análise do valor presente líquido pode ser usada para avaliar e escolher - do ponto de vista financeiro - a melhor proposta de investimento para uma organização” (CERTO; PETER, 2005, p. 232).

3.2 TAXA INTERNA DE RETORNO – TIR

A Taxa Interna de Retorno (TIR) corresponde à taxa de desconto que zera o Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto (MOTTA et al., 2009). Assim, quando o VPL é zero

encontra-se o ponto de equilíbrio econômico do projeto e, deste modo, não haverá criação nem destruição de valor (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2000).

O cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) é identificado da seguinte forma:

$$FC_0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 + TIR)^j} \quad (2)$$

Onde:

FC_j : os valores de entrada ou saída do caixa em cada período de tempo;

FC_0 : Valor do investimento inicial;

j : Períodos de tempo;

TIR: Taxa de Interno de Retorno do projeto.

Desta forma, a TIR representa a taxa de juros para a qual o valor presente das entradas de caixa resultantes do projeto iguala o valor presente dos desembolsos do mesmo, sendo uma medida bastante utilizada no orçamento de capital. Caracteriza, desta forma, a taxa de remuneração do capital investido.

3.3 PAYBACK

O *Payback* é denominado como o tempo de repagamento do investimento ou empréstimo, ou seja, a quantidade de período que se leva para recuperar o investimento ou o tempo que o investimento leva para zerar seu fluxo acumulado (MOTTA et al., 2009).

Este método, considera o valor do dinheiro no tempo, pois, utiliza uma taxa de desconto para verificar o número exato de períodos, em que o projeto recupera o valor inicial investido.

Temos, então, o período estimado para o *payback*, que é calculado pela fórmula:

$$Payback = \frac{Investimento}{Retorno\ no\ período} \quad (3)$$

4 METODOLOGIA

O trabalho se caracteriza como sendo um estudo de caso (CESAR; AMRVC, 2005), uma vez que se deseja analisar se a instalação de um sistema de geração de energia elétrica fotovoltaica nas residências e comércios é viável ou não. Para atender os objetivos propostos na construção desse trabalho, inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica, com foco na energia solar fotovoltaica, bem como, consumo, fornecimento e custos da geração de energia elétrica no Brasil, a matriz elétrica brasileira, as relações de crescimento econômico e o consumo de energia e o uso da energia elétrica fotovoltaica no Brasil.

A aplicação deste estudo será desenvolvida no município de Riacho de Santana/RN, localizado no interior do estado do Rio Grande do Norte, na região do Alto Oeste Potiguar, a uma distância de 425 Km a oeste de Natal/RN, capital do estado. A Figura 8 nos mostra o mapa do município.

Figura 8 – Mapa do município de Riacho de Santana/RN



Fonte: https://www.familysearch.org/wiki/pt/Riacho_de_Santana,_Rio_Grande_do_Norte_-_Genealogia

No qual, será realizado uma coleta de dados quanto ao consumo de energia elétrica, através de uma entrevista semiestruturada com um habitante, que é proprietário da adutora de abastecimento de água neste município.

Diante isso, será considerada a projeção de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede, que trabalha em paralelismo, estando conectado à rede de distribuição da concessionária, tendo como objetivo a redução da fatura de energia elétrica.

Desse modo, para análise quantitativa, iremos verificar a radiação solar mensal do local a ser estudado, no qual, utilizou-se o site do CRESESB, obtidos através das coordenadas geográficas (latitude e longitude). Dessa forma, tem-se em kWh/m² dia a irradiação no plano horizontal, correspondente às diárias médias mensais para os 12 meses do ano. Em seguida, obteremos o consumo médio mensal de energia através da fatura de consumo de energia, dados que serão necessários para o projeto fotovoltaico. Caracterizaremos o local, será observada a

área disponível no terreno aonde está o poço e bomba de água instalada, para sabermos se é possível ou não a instalação dos painéis fotovoltaicos.

O dimensionamento do sistema é realizado a partir da escolha dos módulos onde será calculada a geração do sistema através dos dados contidos na folha de dados do painel escolhido.

E, por fim, a partir dos dados informados, calculou-se a viabilidades econômico-financeira do sistema, como nesse caso são o *Payback*, o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno. O resultado da viabilidade mostrará o quanto o cliente terá de retorno e em quanto tempo o sistema será pago, mostrando as diferenças entre o consumo e a geração.

5 ANÁLISE DO CONSUMIDOR

5.1 COLETA DE DADOS

5.1.1 Dados de irradiação solar em Riacho de Santana/RN

A radiação solar é expressivamente incidente sobre a região Nordeste, no qual tem sua posição geográfica relativamente próxima da linha do equador, não havendo grandes variações na duração solar do dia, o que é bom para a implementação de tecnologias solares, como sistemas fotovoltaicos. A incidência solar da região Nordeste é evidenciada a partir da radiação solar global diária média medida em cada estado na unidade de irradiação solar (MJ/m^2) conforme a Figura 9.

Figura 9 – Média da radiação solar global diária no Nordeste ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$).



Fonte: ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Energia solar. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>.

O Rio Grande do Norte tem um dos maiores índices de incidência solar do território brasileiro e o município de Riacho de Santana/RN apresenta média de 5,92 $\text{KWh}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$, conforme podemos observar na Figura 10:

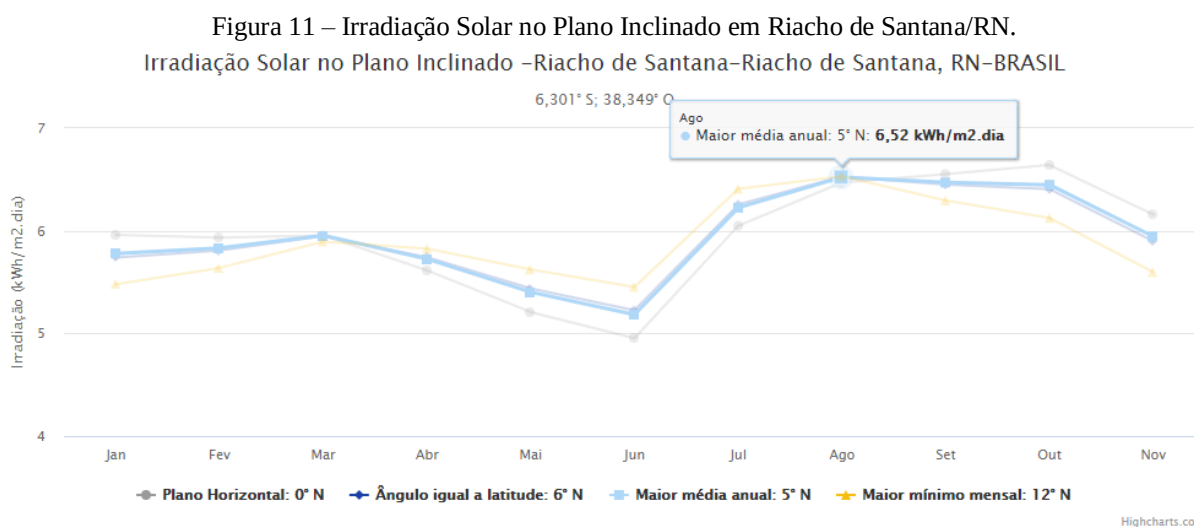
Figura 10 – Média de irradiação solar em Riacho de Santana/RN.

Estação: Riacho de Santana
Município: Riacho de Santana, RN - BRASIL
Latitude: 6,301° S
Longitude: 38,349° O
Distância do ponto de ref. (6,261389° S; 38,317222° O): 5,6 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [$\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,96	5,93	5,96	5,62	5,21	4,95	5,35	6,05	6,47	6,55	6,64	6,16	5,90	1,89
✓	Ângulo igual a latitude	6° N	5,74	5,81	5,95	5,74	5,44	5,22	5,62	6,26	6,53	6,45	6,41	5,90	5,92	1,30
✓	Maior média anual	5° N	5,78	5,83	5,95	5,73	5,40	5,18	5,58	6,22	6,52	6,47	6,45	5,94	5,92	1,34
✓	Maior mínimo mensal	12° N	5,48	5,64	5,89	5,83	5,62	5,45	5,86	6,41	6,53	6,29	6,12	5,60	5,89	1,08

Fonte: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>.

Em razão a interferência direta no aproveitamento da radiação solar, gerada pela variação de incidência solar durante os meses do ano, foi adotada para o dimensionamento desse projeto a latitude local de 5° N para a inclinação do arranjo fotovoltaico, os mesmos direcionados ao norte geográfico a fim de possuir o maior aproveitamento possível. Por meio da Figura 11, é possível verificar que na cidade a média anual de irradiação gira em torno de 5,92 KWh/m².dia.



Fonte: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>.

5.1.2 Consumo médio de energia

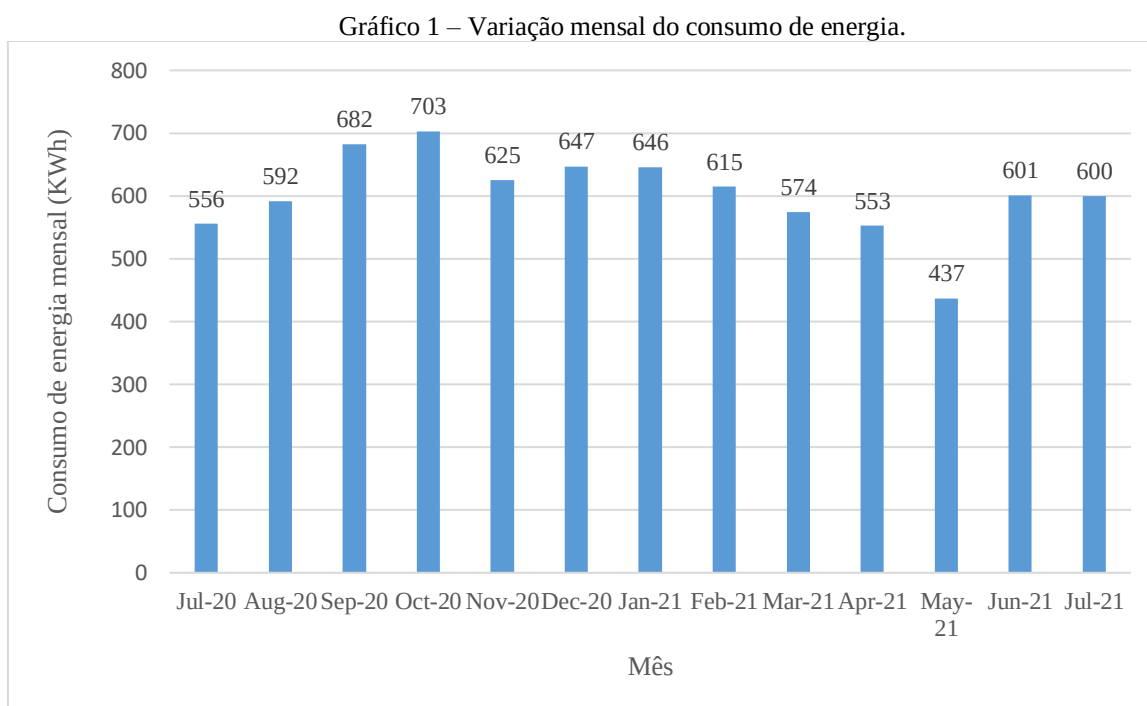
A Tabela 2 apresenta os valores mensais da quantidade de kWh consumido e a média de consumo diário e no Gráfico 3, é possível perceber uma a variações do consumo de energia. Para efeitos de cálculo no projeto, foi determinada uma média do consumo mensal e diário, variando de julho de 2020 a junho de 2021, sendo a média anual de 607,08 kWh e diária de 19,98 kWh.

Tabela 2 – Consumo de energia mensal.

MÊS	Consumo mensal (kWh)	Consumo diário (kWh)
Julho 2020	556	17,94
Agosto 2020	592	19,10
Setembro 2020	682	22,73
Outubro 2020	703	22,68
Novembro 2020	625	20,83
Dezembro 2020	647	20,88

Janeiro 2021	646	20,84
Fevereiro 2021	615	21,96
Março 2021	574	18,52
Abril 2021	553	18,43
Maio 2021	437	14,10
Junho 2021	655	21,83
Total	7285	239,84
Média	607,08	19,98

Fonte: Autoria própria, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.1.3 Local de instalação

O local a ser instalado os painéis fotovoltaicos é de suma importância para a determinação no desempenho do sistema, pois elementos de sombreamento e superfícies reflexivas podem afetar o desempenho do sistema instalado. A troca de calor com o ambiente também impacta no seu desempenho. Em espaços isolados é mais provável que se encontre superfícies livres de sombreamento e com boa circulação de ar.

O local escolhido para dimensionamento do sistema é o terreno em que está localizado o poço e a bomba de água, localizado no Sítio Lagoa de Pedra, município de Riacho de Santana/RN, que tem como coordenadas 6° 15' 26.748" Sul e 38° 18' 44.352"

Oeste. A seguir, a Figura 12 mostra a imagem de satélite do local, como podemos ver é um local descampado e com grande circulação de ar, ideal para instalação da usina solar.

Figura 12 – Vista via satélite do local.



Fonte: <https://www.google.com.br/maps/@-6.2576057,-38.3125323,390m/data=!3m1!1e3!5m2!1e1!1e4>.

6 RESULTADOS E DISCURSÕES

6.1 PROJETO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

6.1.1 Dimensionamento dos Painéis Fotovoltaicos

Para a calcular a quantidade necessária de potência que os painéis precisam gerar para um dia é dada por:

$$P_{NP} = \frac{\frac{\text{consumo médio diário}}{(\text{eficiência do painel solar})}}{\text{índice de irradiação}} \quad (4)$$

Adotando os valores descritos na Figura 10 e na Tabela 2, sendo o consumo médio diário igual a 19,98 kWh/dia, o índice de irradiação igual a 5,92 KWh/m².dia, e considerando a eficiência do painel solar de 75 %, devido aos índices de altas temperaturas, obtém-se:

$$P_{NP} = \frac{\frac{19,98}{0,75}}{5,92}$$

$$P_{NP} = 4,5 \text{ kWp ou } 4500 \text{ Wp}$$

Por motivos de disponibilidade comercial, foi escolhido o Painel Solar Fotovoltaico Jinko Jkm450m-60hl4-v 60m Hc 450w Tiger Pro Mono Perc 20,85% Efic 120 Cel, com potência nominal de 450 Wp, conforme especificações podem ser vistas no Anexo A.

Para definirmos a quantidades de painéis necessários, é estabelecido pela razão entre o potencial do painel e a potencial nominal do painel, representada na Equação 5,

$$N^{\circ} \text{ de painéis} = \frac{P_{NP}}{\text{potência nominal do painel (w)}} \quad (5)$$

$$N^{\circ} \text{ de painéis} = \frac{4,5 \text{ kWh}}{0,45 \text{ kWh}}$$

$$N^{\circ} \text{ de painéis} = 10$$

Portanto, é previsto que 10 módulos de 450 Wp atendam ao consumo necessário. Como a quantidade de placas resultou em um número exato, não precisaremos recalcular a P_{NP} .

Para calcular a área ativa das placas, usamos a seguinte equação:

$$A \text{ (m}^2\text{)} = \frac{P_{NP}}{\eta \times 1000 \text{ (W/m}^2\text{)}} \quad (6)$$

Onde:

P_{NP} : Potência necessária no painel solar;

η : Rendimento do módulo;

Logo, com base nas especificações do painel solar escolhido, temos a seguinte área utilizada:

$$A \text{ (m}^2\text{)} = \frac{4500 \text{ Wp}}{0,2085 \times 1000 \text{ (W/m}^2\text{)}}$$

$$A = 21,6 \text{ m}^2$$

6.1.2 Dimensionamento do Inversor

O Fator de Dimensionamento do Inversor (FDI) é obtido através da equação:

$$FDI = \frac{P_{NCA}}{P_{NP}} \quad (7)$$

Onde:

P_{NCA} : Potência Nominal em Corrente Alternada do Inversor;

P_{NP} : Potência necessária no painel solar.

Considerando que os fabricantes de inversores recomendam o FDI entre 0,75 e 0,85, adotou-se 0,85 para o cálculo. Portanto a potência nominal do inversor é:

$$0,85 = \frac{P_{NCA}}{4,5}$$

$$P_{NCA} = 3,825 \text{ kW}$$

Por motivos de disponibilidade comercial, foi escolhido o inversor solar fotovoltaico *on grid* Fronius 4210066 primo 4.0-1 potência 4 kW monofásico 220V, com potência nominal P_{NCA} total de 4 kW, conforme especificações podem ser vistas no Anexo B.

Assim, com a equação (7) recalcula-se o FDI obtendo-se:

$$FDI = \frac{4 \text{ kW}}{4,5 \text{ kW}} = 0,89$$

Nota-se que o FDI não está na faixa recomendada, mas está bem próximo.

6.1.3 Dimensionamento dos condutores

A NBR 5410 para estabelecer os padrões necessários para o dimensionamento dos condutores. A Equação 8 determina a secção transversal mínima do condutor S , necessária para uma determinada instalação em corrente contínua.

$$S(mm^2) = \rho \times \frac{d \times I}{\Delta V} \quad (8)$$

Onde:

ρ : Resistividade do material do condutor;

d : distância total do condutor;

I : Corrente que passa pelo condutor;

ΔV : Queda de tensão tolerada no cabeamento para o trecho analisado.

Para efeitos do cálculo da secção transversal dos condutores, adotamos o cobre como material condutivo, no qual a uma temperatura de 20 °C o material apresenta uma resistividade de $\rho_{cu} = 0,0172 \Omega \cdot mm^2/m$.

Por se tratar de um local descampado e extenso, os módulos serão instalados próximo a superfície terrestre, adotaremos uma distância máxima de 70 metros de condutos, considerando o trecho de retorno, e com base na NBR 5410 é estabelecido uma queda de tensão de 3%.

A corrente de curto-circuito máxima que o condutor pode suportar, conforme os dados do módulo fotovoltaico contidos no Anexo A, é igual a 13,85 A. Um condutor com mesmas especificações será utilizado na conexão da saída do inversor ao quadro do disjuntor, pois, de acordo com a NBR 5410 este é apropriado a condução da corrente nominal de saída do inversor.

Desta forma, definiremos calcularemos a área de secção transversal do condutor:

$$S(mm^2) = 0,0172 \times \frac{70 \times 13,85}{3}$$

$$S = 5,558 mm^2$$

E, desse modo, calcularemos o diâmetro da bitola do condutor:

$$D = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}}$$

$$D = 2,66 mm$$

Para valores comerciais correspondentes utilizaremos bitola de 4 mm.

6.2 ENERGIA GERADA POR MÊS

Para obter a energia gerada durante os respectivos meses do ano pelos painéis fotovoltaicos é utilizada a Equação 9, dada a seguir:

$$G = A \times \eta_{painel} \times H_{planoinclinado} \times n \times \eta_{Sistema} \quad (9)$$

Onde,

G : Geração mensal (kWh);

A : Área útil dos módulos fotovoltaicos (m²);

η_{painel} : Eficiência dos painéis (%);

$H_{planoinclinado}$: Irradiação média no plano inclinado;

n : Número de dias no mês;

η_{sistema} : Rendimento do sistema (%)

Utilizando a equação acima, obtemos a energia gerada durante os meses de um ano de consumo após a instalação, no qual podemos ver, de forma organizada, a geração mensal e diária para cada mês, na Tabela 3:

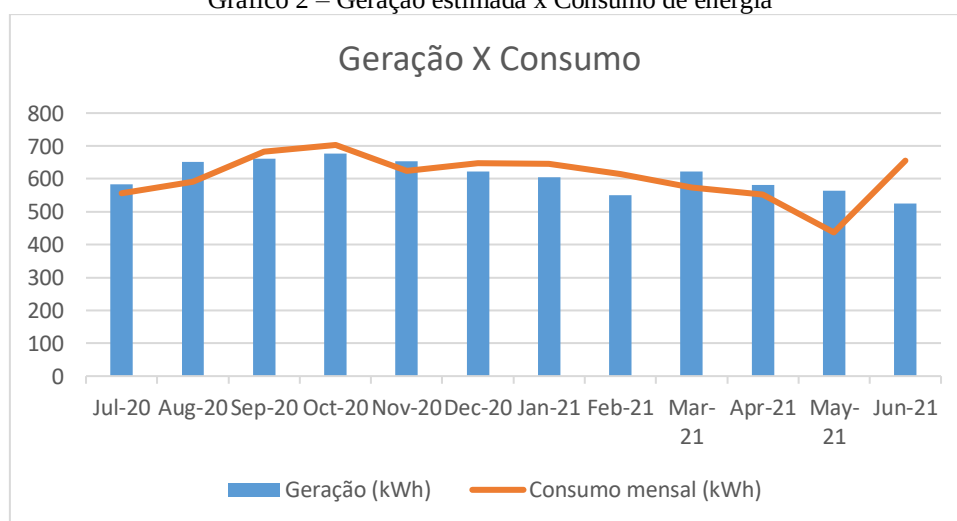
Tabela 3 – Geração de energia mensal

MÊS	Número de dias	Geração mensal (kWh)	Geração diária (kWh)
Julho 2020	31	584	18,84
Agosto 2020	31	651	21
Setembro 2020	30	661	22,03
Outubro 2020	31	677	21,84
Novembro 2020	30	653	21,77
Dezembro 2020	31	622	20,06
Janeiro 2021	31	605	19,52
Fevereiro 2021	28	551	19,68
Março 2021	31	623	20,10
Abril 2021	30	581	19,37
Mai 2021	31	564	18,19
Junho 2021	30	525	17,5
Total		7297	239,9
Média		608,08	19,99

Fonte: Autoria própria, 2021

Com isso, podemos fazer uma comparação entre o consumo mensal da unidade consumidora e a geração estimada corresponde aos painéis, como pode ser visto no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Geração estimada x Consumo de energia



Fonte: Autoria própria, 2021

Observa-se então que o painel dimensionado é capaz de suprir com o consumo médio atual através da energia gerada produzida pelo sistema conectado à rede elétrica, considerando que em alguns meses o consumo chega a ser ainda maior que a geração, o que de forma geral representa uma grande economia na fatura de eletricidade. Percebe-se no Gráfico 2 a geração de energia elétrica é maior nos meses mais quentes do ano, de agosto a dezembro, tendo em vista a maior incidência de sol.

6.3 ESTIMATIVA DE CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO FOTOVOLTAICO

Com base nos dados coletados, no sistema dimensionado e na geração calculada, foram estimados os custos necessários para implementação do projeto. Foi feito um orçamento com uma empresa especializada em instalações de sistemas elétricos fotovoltaicos, a Energos Engenharia, localizada na cidade de Pau dos Ferros/RN e todos os custos e equipamentos pode serem vistos na Tabela 4 e no Anexo C.

Tabela 4 – Custos para implementação do Projeto Fotovoltaico

Item	Material	Unidade	Quant.	V. Unitário	V. Total
1	Painel Solar Fotovoltaico Jinko Jkm450m-60hl4-v 60m Hc 450w Tiger Pro Mono Perc 20,85% Efic 120 Cel	Unidade	10	R\$ 1.078,44	R\$ 10.784,40
2	Inversor solar fotovoltaico <i>on grid</i> Fronius 4210066 primo 4.0-1 potência 4 kW monofásico 220V	Unidade	1	R\$ 9.027,47	R\$ 9.027,47
3	TE conector PV4 18437 24040 PVA-S1M Kit PIN IP68 1500V acoplador macho	Peça	8	R\$ 1,00	R\$ 8,00
4	TE conector PV4 18437 24040 PVA-S1M Kit PIN	Peça	8	R\$ 1,00	R\$ 8,00

	IP68 1500V acoplador fêmea				
5	Estrutura de fixação e suporte de painéis	Conjunto	10	R\$ 19,90	R\$ 199,00
6	Cabo Solar Nexans Energyflex Afitox 0,6/1kV 1500V DC Preto	Metro	35	R\$ 11,34	R\$ 396,90
7	Cabo Solar Nexans Energyflex Afitox 0,6/1kV 1500V DC Vermelho	Metro	35	R\$ 11,34	R\$ 396,90
8	Interligação com a rede de energia existente; Comissionamento e star-up; Instalações elétricas das placas fotovoltaicas; Projeto Elétrico; Transporte	Serviço	1	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00
TOTAL DO ORÇAMENTO					R\$ 25.320,67

Fonte: Orçamento Energias Engenharia, 2021

Verifica-se que o investimento em equipamentos para instalação do sistema e geração de energia através de painéis fotovoltaicos, custam cerca de R\$ 25.320,67, composto das 10 placas de 450 W, do inversor de 4 kW, dos cabos fotovoltaicos e conectores e das estruturas de fixação. Além dos equipamentos, também está incluso os serviços de transporte, mão-de-obra, comissionamento, star-up e projeto elétrico para a instalação do sistema solar fotovoltaico, cobrados pela empresa.

6.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Analisando a fatura de energia elétrica foi possível perceber que o valor do kWh pago pelo proprietário da adutora é de R\$ 0,6684, inclusos taxas de transmissão e transporte cobrados pela concessionária de energia COSERN.

Considerando esse custo por kWh e a possibilidade de geração média mensal do sistema proposto de 608,08 kWh é possível economizar anualmente R\$ 4.877,29, ou seja, mensalmente R\$ 406,45.

Para analisar o *payback* do projeto é necessário aplicar uma tabela demonstrando a depreciação do valor investido x valor economizado na conta de luz. Para Casarotto e Kopittke (2010, p 95), “a depreciação é contabilmente definida como a despesa equivalente à perda de valor de determinado bem, seja por deterioração ou obsolescência”. Dessa maneira, não é um desembolso, porém, é uma despesa e como tal pode ser debitada das receitas, diminuindo assim o lucro tributável e consequentemente o imposto de renda.

Para o cálculo do fluxo de caixa, optou-se por utilizar o tempo de 25 anos para o projeto em função da vida útil do sistema fotovoltaico, ou seja, é o período no qual o padrão de eficiência e desempenho das placas é garantido pelo fabricante. Será considerado uma perda de 20% de eficiência dos módulos nesse período de tempo, ou seja, a geração diminui 0,8% ao ano, como também, consideraremos um reajuste tarifário de energia de 7% ao ano, conforme utilizado por Conti (2021).

Por se tratar de uma instalação trifásica, o proprietário terá um custo variável de 100 kWh, independente se houve ou não consumo na unidade consumidora, ou seja, será cobrado uma tarifa mensal de R\$ 66,84 para manutenção da rede, totalizando R\$ 802,08 ao ano. Desta forma, na Tabela 5, abaixo, é apresentada a viabilidade econômica do sistema.

Tabela 5: Fluxo de caixa da viabilidade econômica do sistema

AN O	INVES T. (R\$)	DESE M. (%)	GERAÇÃ O (kWh)	TARIF A (R\$)	FL. CX SIMPLE S (R\$)	DES. MANU T. (R\$)	FL. CX DESCON T. (R\$)	PAYBAC K DESCON T. (R\$)
0	25320,67							-25320,67
1		100%	608,08	0,668400	4877,29	802,08	4075,21	-21245,46
2		99,2%	603,22	0,715188	5176,95	858,23	4318,72	-16926,74
3		98,4%	598,39	0,765251	5495,02	918,30	4576,72	-12350,02
4		97,6%	593,60	0,818819	5832,63	982,58	4850,05	-7499,97
5		96,8%	588,85	0,876136	6190,99	1051,36	5139,63	-2360,34
6		96,0%	584,14	0,937466	6571,37	1124,96	5446,41	3086,07

7		95,2%	579,47	1,003088	6975,11	1203,71	5771,40	8857,47
8		94,4%	574,83	1,073304	7403,66	1287,97	6115,70	14973,17
9		93,6%	570,24	1,148436	7858,54	1378,12	6480,42	21453,59
10		92,8%	565,67	1,228826	8341,37	1474,59	6866,78	28320,37
11		92,0%	561,15	1,314844	8853,87	1577,81	7276,05	35596,42
12		91,2%	556,66	1,406883	9397,85	1688,26	7709,59	43306,01
13		90,4%	552,21	1,505365	9975,25	1806,44	8168,81	51474,82
14		89,6%	547,79	1,610740	10588,13	1932,89	8655,24	60130,06
15		88,8%	543,41	1,723492	11238,66	2068,19	9170,47	69300,54
16		88,0%	539,06	1,844137	11929,17	2212,96	9716,20	79016,74
17		87,2%	534,75	1,973226	12662,10	2367,87	10294,22	89310,96
18		86,4%	530,47	2,111352	13440,06	2533,62	10906,43	100217,40
19		85,6%	526,22	2,259147	14265,81	2710,98	11554,84	111772,23
20		84,8%	522,01	2,417287	15142,30	2900,74	12241,56	124013,79
21		84,0%	517,84	2,586497	16072,65	3103,80	12968,85	136982,64
22		83,2%	513,70	2,767552	17060,15	3321,06	13739,09	150721,73
23		82,4%	509,59	2,961281	18108,33	3553,54	14554,79	165276,52
24		81,6%	505,51	3,168570	19220,90	3802,28	15418,62	180695,14
25		80,8%	501,47	3,390370	20401,83	4068,44	16333,39	197028,53

Fonte: Autoria própria, 2021

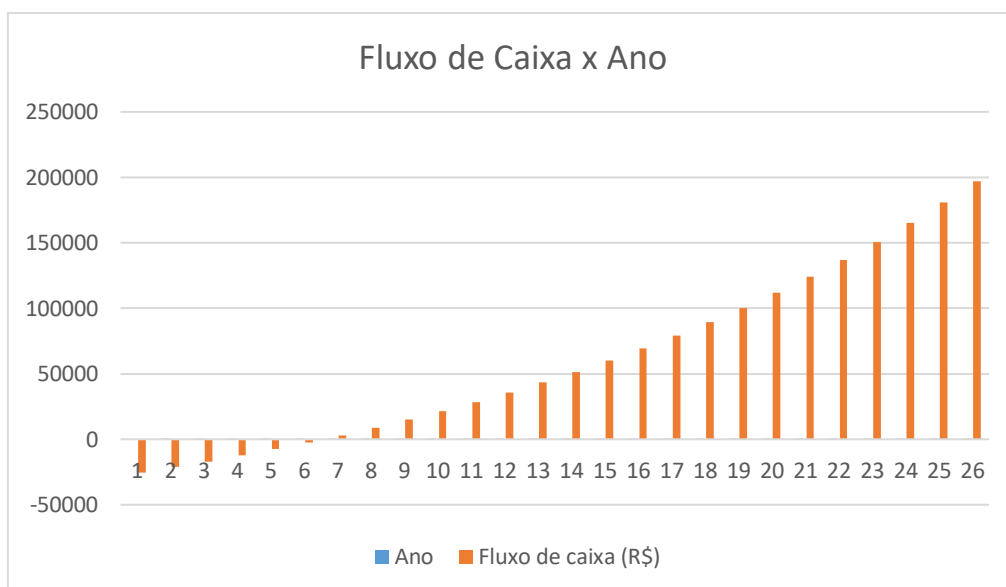
A partir dos resultados apresentados pode-se observar que serão necessários cinco anos e meio para que se possa recuperar o investimento inicial de R\$ 25.320,67. Após este período, conta-se que os demais valores dos próximos fluxos de caixa serão de lucro para o investidor, ou seja, no final dos 25 anos, a implantação do sistema renderá R\$ 197.028,53, caracterizando o VPL.

A taxa interna de retorno (TIR) é obtida através da Equação 2, no qual, para esse projeto é igual a 25%, neste caso, por se tratar de uma TIR positiva o projeto pode ser considerado viável, pois o risco de não obter retorno é baixo.

Dessa forma, o sistema se mostra eficiente durante sua vida útil e confirma-se a viabilidade econômica, tendo em vista que o custo com a manutenção dos equipamentos apresenta-se baixo, comparado ao fluxo acumulado.

O Gráfico 3, a seguir, obtido a partir dos dados da Tabela 5, representa o fluxo de caixa acumulado ao longo dos 25 anos de geração da usina solar fotovoltaica.

Gráfico 3 – Fluxo de caixa da viabilidade econômica do sistema



Fonte: Autoria própria, 2021

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento desse estudo, possibilitou-se observar que o crescimento da sociedade vem acompanhado de um aumento em seu consumo de energia. Essa dependência tem se intensificado com o aumento da população mundial. Assim é preciso avaliar as políticas de consumo e geração promovendo um crescimento sustentável e maior confiabilidade através da diversificação da matriz energética.

No Brasil, apesar que, as fontes de energia hidrelétrica possuem uma atuação bastante representativa na matriz energética brasileira, mas é uma das mais renováveis entre os países industrializados, onde a utilização de fontes não renováveis ainda é grande e os problemas ambientais e sociais relativos à sua implantação são inestimáveis.

Desta maneira, a energia solar fotovoltaica aparece como uma ótima alternativa de energia limpa. Por se tratar de uma fonte ininterrupta, a energia solar proporciona baixos custos de manutenção ao longo da sua vida útil.

O presente estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômico-financeira da instalação de um sistema gerador de energia solar fotovoltaica para reduzir custos com energia elétrica de um proprietário de uma pequena adutora no município de Riacho de Santana/RN.

No estudo em questão, observa-se que o *payback* descontado, o investimento se pagará em 5 anos e seis meses. Analisado esse dado observasse que o investimento se pagará antes dos seus 20% da sua vida útil. Os resultados confirmam que o projeto, além de ser uma alternativa para reduzir custos e propiciar a ampliação da matriz energética, é viável pelo fato de que os indicadores atingiram valores positivos como o VPL de R\$ 197.028,53 e uma Taxa Interna de Retorno de 25%.

Conclui-se que, além de reduzir custos e de apresentar viabilidade econômico-financeira para a adutora em estudo, a energia solar gerará benefícios inestimáveis também ao meio ambiente. Por isso, como sugestão para trabalhos futuros, analisa as receitas e despesas da adutora e como ela poderia auto sustentar a implantação desse projeto, bem como, fazer levantamento de outros comércios e residências que poderiam aderir ao uso deste sistema.

REFERÊNCIAS

ABREU, Y. V.; OLIVEIRA, M. A. G.; GUERRA A, S. M. G. (org.). **Energia, Economia, Rotas tecnológicas**. Textos selecionados. Málaga, Espanha: EUMED. Net, Universidad de Málaga, 2010. 330 p. Disponível em: < mecanismos_de_suporte_para_insercao_da_energia_solar_1.pdf >. Acesso em: 16 de jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. Ed. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: < www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2005_AtlasEnergiaEletricaBrasil2ed/06b7ec52-e2de-48e7-f8be-1a39c785fc8b >. Acesso em: 23 de jul. 2021.

_____. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2002. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias> >. Acesso em: 16 de jul. 2021.

_____. **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. Rio de Janeiro: 2012. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf> >. Acesso em: 19 de Jul. 2021.

AHMED, M.; AZAM, M. **Causal nexus between energy consumption and economic growth for high, middle and low income countries using frequency domain analysis**. Renewable and Sustainable: Energy Reviews, v. 60, 2016, p. 653–678.

ALDABÓ, Ricardo. **Energia Solar**. São Paulo: Artliber Editora, 2002, 155 p.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia solar**. Disponível em: < [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf) >. Acesso em: 18 Ago. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA (ABRADEE). **Pesquisa Abradee da satisfação do cliente residencial 2005** – Relatório comparativo Eletropaulo. Rio de Janeiro, Brasil: 2005.

BRASIL, WWF. **Mecanismos de suporte para a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira**: modelos e sugestão para uma transição acelerada, Brasília: WWF Brasil, 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> >. Acesso em: 23 de jul. 2021.

_____. **Uso de fontes renováveis no Brasil é três vezes maior que o mundial**. 20 de jul. de 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/07/uso-de-fontes-renovaveis-no-brasil-e-tres-vezes-maior-que-o-> >.

[mundial#:~:text=A%20demanda%20total%20de%20energia,participa%C3%A7%C3%A3o%20das%20renov%C3%A1veis%20na%20matriz](#) >. Acesso em: 19 de jul. 2021.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2012** – Ano Base 2011. Síntese do Relatório Final. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-131/topico-102/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202012.pdf> >. Acesso em: 19 de jul. 2021.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2018** – Ano Base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-397/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202018-ab%202017vff.pdf> >. Acesso em: 19 de jul. 2021.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2020** – Relatório Síntese / Ano base 2019. Rio de Janeiro, EPE, 2020. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf >. Acesso em: 19 de jul. 2021.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos**: matemática financeira; engenharia econômica; tomada de decisão; estratégia empresarial. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 432p.

CERTO, S. C.; PETER, J. P. **Administração estratégica**: planejamento e implantação da estratégia. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2005.

CESAR, AMRVC. **Método do Estudo de Caso (Case studies) ou Método do Caso (Teaching Cases)?** Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração. **São Paulo**: REMAC/Revista Eletrônica Mackenzie de Casos, Brasil. v. 1, n. 1, 2005, p.1.

CONTI, M. M. **Estudo da viabilidade de implantação de um sistema fotovoltaico em uma instituição de ensino através da engenharia da sustentabilidade**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade. Ouro Preto: UFOP, 2021.

DALFOVO, W. C. T. *et al.* **A Viabilidade Econômica da implantação de Energia Solar Fotovoltaica para a redução dos custos com energia elétrica das famílias com diferentes níveis de renda**: uma análise para a região norte de Mato Grosso. Sociedade, Contabilidade e Gestão, Rio de Janeiro: UFRJ. v. 14, n. 3, 2019, p. 118-143.

DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. **Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria: UFSM, v. 19, n. 1, 2015, p. 70–81.

FADIGAS, E. A. F. A. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica**. (PEA – 2420, Produção de energia). Grupo de Energia Escola Politécnica. São Paulo: USP, 2012. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/56337/mod_resource/content/2/Apostila_solar.pdf >. Acesso em: 18 de ago. 2021.

FRANCISCO, E. **Indicadores de renda baseados em consumo de energia elétrica: abordagens domiciliar e regional na perspectiva da estatística espacial**. (Tese de Doutorado em Administração de Empresas), Escola de Administração de Empresas de São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2010, 381 p.

GOLDEMBERG, J. LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil**. Estudos avançados, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007. Disponível em: < <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10203> >. Acesso em: 19 ago. 2021.

HOSENUZZAMAN, M. *et al.* **Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 41, 2015, p. 284–297.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY-IEA. **Key World Energy Statistics**. Paris: OECD Publishing, 2014. Disponível em: < <https://www.fossilfuelsreview.ed.ac.uk/resources/Evidence%20%20Climate%20Science/IEA%20-%20Key%20World%20Energy%20Statistics.pdf> >. Acesso em: 16 jul. 2021.

JARDIM, C. S. **A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007, 148 f.

KEMERICH, P. DA C. *et al.* **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET), v. 20, n. 1, 2016, p. 241–247.

MATRIZES energéticas do Brasil. **Brasil Nosso**. Disponível em: < <https://brasilnosso.wordpress.com/matrizes-energeticas-do-brasil/> >. Acesso em: 30 de jul. 2021.

MENEGUZZO, F. *et al.* **The great solar boom: a global perspective into the far reaching impact of an unexpected energy revolution**. Energy Science & Engineering, v. 3, n. 6, nov. 2015, p. 499–509.

MESSENGER, R.; VENTRE, J. **Photovoltaic Systems Engineering**. Boca Raton: CRC Press, 2010.

MOTTA, R.R. *et al.* **Engenharia Econômica e Finanças** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

NADIMI, R.; TOKIMATSU, K. **Energy use analysis in the presence of quality of life, poverty, health, and carbon dioxide emissions**. *Energy*, v. 153, 2018, p. 671–684.

NETO, A. B. F.; CORRÊA, W. L. R.; PEROBELLI, F. S. **Consumo de energia e crescimento econômico: Uma análise do Brasil no período 1970-2009**. *Análise Econômica*, v. 34, n. 65, 2016, p. 181–203.

OLIVEIRA, F. S. **Desenvolvimento de traçador de curvas I-V portátil para arranjos fotovoltaicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRS, 2015.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. Porto: Publindústria, 2011.

PINHO, J. T; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos - CEPEL - CRESESB**. Rio de Janeiro: CRESESB, 2014. 529 p. Disponível em: <https://download.aldo.com.br/pdfprodutos/Produto79475IdArquivo26291.pdf> > Acesso em: 20 de ago. 2021

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SAUER, I. L.; QUEIROZ, M. S.; MIRAGAYA, J. C. G.; MASCARENHAS, R. C.; JÚNIOR, A. R. Q. **Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobrás**. Bahia: *Análise & Dados*, v. 16, n. 1, 2006, p. 9-22.

SCHROEDER, J. T. SCHROEDER, I. COSTA, R. P. SHINODA, C. **O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento**. Curitiba: *Revista Gestão Industrial*. v. 1, n. 2. 2005.

SOUZA, A. B. **Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise, tomada de decisão**. São Paulo: Atlas, 2003.

TESKE, S. **[R] evolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo**. 2013. UNIVERSO SOLAR. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. 2017. Disponível em: < <https://universosolar.com/sistemas-fotovoltaicos-conectados-a-rede/> >. Acesso em: 19 ago. 2021.

VALLÊRA, A. M. BRITO, M. C. **Meio século de história fotovoltaica**. Departamento de Física e Centro de Física da Matéria Condensada (CFMC), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016. Lisboa: *Gazeta da física*, v. 29, 2006.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J.R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Editora Érica, 2014.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

RAZÃO SOCIAL:

PROPRIETÁRIO:

ENDEREÇO:

- 1- Você já ouviu falar de energias renováveis, em especial a energia solar?
- 2- Do seu ponto de vista de que maneira a utilização da energia solar fotovoltaica pode ajudar no meio ambiente?
- 3- Quais as vantagens do uso da energia solar para sua empresa?
- 4- Quanto, em média, você gasta com energia mensalmente?
- 5- Você tem interesse em investir neste ramo?

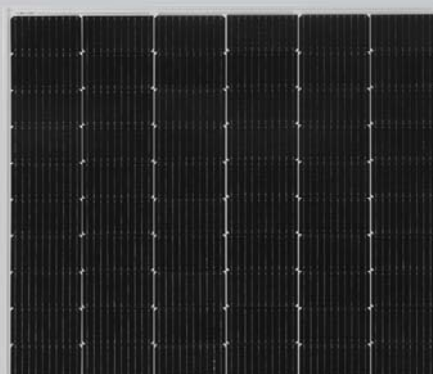
ANEXO A – DATASHEET DO MÓDULO JINKO SOLAR

TR 60M 430-450 Watt Mono-facial

Tecnologia Tiling Ribbon (TR)

Tolerância de potência positiva de 0~+3%

TIGER Pro



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS



Tecnologia TR + Half Cell

A tecnologia TR com Half cell visa eliminar os espaçamentos entre células aumentando assim a eficiência do módulo (monofacial até 21,24%)



MBB em vez de 5BB

A tecnologia MBB diminui a distância entre os barramentos, o que aumenta a potência do módulo



Maior vida útil

Degradação de 2,0% no primeiro ano,
0,55% de degradação linear



Melhor garantia na geração

Garantia do produto de 12 anos,
Garantia de potência linear de 25 anos



Evita efetivamente trincas e quebras

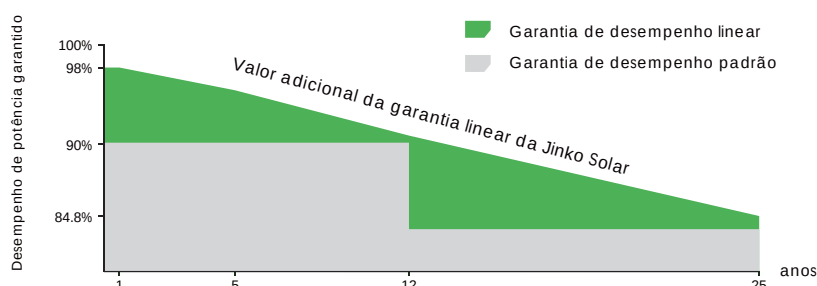
Certificado para suportar: carga de vento (2400 Pascal)
e carga de neve (5400 Pascal).



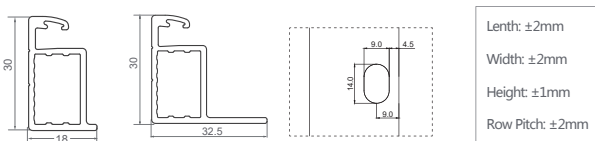
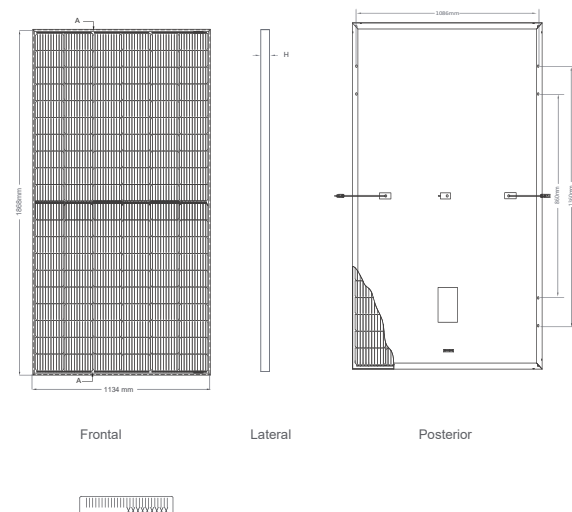
- Certificado de fábrica ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018
- Produtos com certificação IEC61730, IEC61215

GARANTIA DE DESEMPENHO LINEAR

Garantia de 12 anos para o produto • Garantia de 25 anos de potência linear
Degradação anual de 0,55% ao longo de 25 anos



Desenhos de engenharia

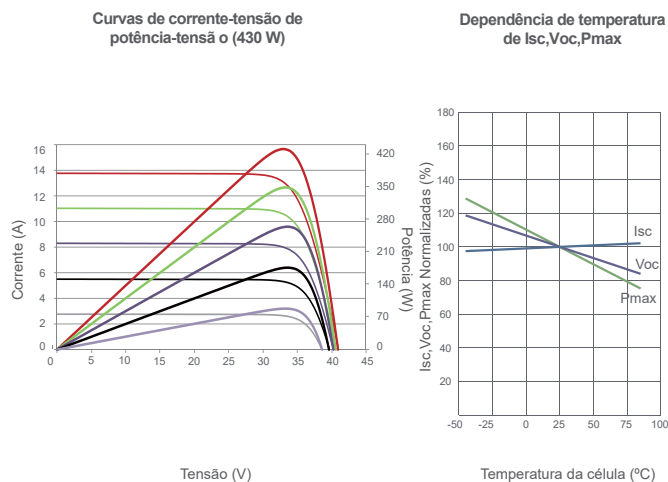


Configuração de Embalagem

(Dois pallets = Uma paleta)

35 pcs/pallets, 70 pcs/pilha, 840 pcs/Container de 40'HQ

Performance Elétrica & Dependência com Temperatura



Características Mecânicas

Tipo de Célula	P-Type Monocristalina
N.º de células	120 (2x60)
Dimensões	1868×1134×30mm (73,54×44,65×1,18 polegadas)
Peso	24,2 kg (53,35 lb)
Vidro Dianteiro	3,2 mm, Revestimento antirreflexo, transmissão, baixo teor de ferro, vidro temperado
Moldura	Liga de alumínio anodizado
Caixa de Junção	Classificação IP68
Cabos de Saída	Cabos de saída (+) 290 mm, (-) 145 mm ou comprimento personalizado

ESPECIFICAÇÕES

Tipo de módulo	JKM430M-6TL4		JKM435M-6TL4		JKM440M-6TL4		JKM445M-6TL4		JKM450M-6TL4	
	JKM430M-6TL4-V		JKM435M-6TL4-V		JKM440M-6TL4-V		JKM445M-6TL4-V		JKM450M-6TL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potência Máxima (Pmax)	430Wp	320Wp	435Wp	324Wp	440Wp	327Wp	445Wp	331Wp	450Wp	335Wp
Tensão de potência máxima (Vmp)	33.47V	31.21V	33.65V	31.37V	33.82V	31.53V	34.00V	31.69V	34.17V	31.86V
Corrente de potência máxima (Imp)	12.85A	10.25A	12.93A	10.32A	13.01A	10.38A	13.09A	10.45A	13.17A	10.51A
Tensão de circuito aberto (Voc)	40.57V	38.29V	40.75V	38.46V	40.92V	38.62V	41.10V	38.79V	41.27V	38.95V
Corrente de curto-circuito (Isc)	13.53A	10.93A	13.61A	10.99A	13.69A	11.06A	13.77A	11.12A	13.85A	11.19A
Eficiência do módulo STC (%)	20.30%		20.54%		20.77%		21.01%		21.24%	
Temperatura de operação (°C)	-40°C~+85°C									
Tensão máxima do sistema	1000/1500VDC (IEC)									
Classificação máxima de fusíveis em série	25A									
Tolerância de potência	0~+3%									
Coeficientes de temperatura de Pmax	-0.35%/°C									
Coeficientes de temperatura de Voc	-0.28%/°C									
Coeficientes de temperatura de Isc	0.048%/°C									
Temperatura operacional nominal da célula (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiância 1000 W/m² Temperatura da célula 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiância 800 W/m² Temperatura ambiente 20°C AM=1.5 Velocidade do vento 1 m/s

* Tolerância da medição de potência: ± 3%

ANEXO B – DATASHEET DO INVERSOR FRONIUS

FRONIUS PRIMO

The communicative inverter for optimised energy management.



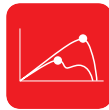
SnapINverter Technology



Integrated data communication



SuperFlex Design



Dynamic Peak Manager



Smart Grid Ready



Zero feed-in

The Fronius Primo in power categories from 3.0 to 8.2 kW perfectly completes the SnapINverter generation. This single-phase, transformerless device is the ideal inverter for private households.

Its innovative SuperFlex Design provides maximum flexibility in system design, while the SnapINverter mounting system makes installation and maintenance easier than ever before. The communication package included as standard, with WLAN, energy management, several interfaces and much more besides, makes the Fronius Primo a communicative inverter for owner-occupiers.

TECHNICAL DATA FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

INPUT DATA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Number of MPP trackers	2				
Max. input current ($I_{dc \max 1} / I_{dc \max 2}$)	12.0 A / 12.0 A				
Max. array short circuit current (MPP1/MPP2)	18.0 A / 18.0 A				
DC input voltage range ($U_{dc \min} - U_{dc \max}$)	80 - 1000 V				
Feed-in start voltage ($U_{dc \text{ start}}$)	80 V				
Usable MPP voltage range	80 - 800 V				
Number of DC connections	2 + 2				
Max. PV generator output ($P_{dc \max}$)	4.5 kW _{peak}	5.3 kW _{peak}	5.5 kW _{peak}	6.0 kW _{peak}	6.9 kW _{peak}
OUTPUT DATA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
AC nominal output ($P_{ac,n}$)	3,000 W	3,500 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W
Max. output power	3,000 VA	3,500 VA	3,680 VA	4,000 VA	4,600 VA
AC output current ($I_{ac,nom}$)	13.0 A	15.2 A	16.0 A	17.4 A	20.0 A
Grid connection (voltage range)	1 ~ NPE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)				
Frequency (frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Total harmonic distortion	< 5 %				
Power factor ($\cos \phi_{ac,r}$)	0.85 - 1 ind. / cap.				

TECHNICAL DATA FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

GENERAL DATA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Dimensions (height x width x depth)	645 x 431 x 204 mm				
Weight	21.5 kg				
Degree of protection	IP 65				
Protection class	1				
Overvoltage category (DC / AC) ¹⁾	2 / 3				
Night time consumption	< 1 W				
Inverter design	Transformerless				
Cooling	Regulated air cooling				
Installation	Indoor and outdoor installation				
Ambient temperature range	-40 - +55 °C				
Permitted humidity	0 - 100 %				
Max. altitude	4,000 m				
DC connection technology	4x DC+ and 4x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²				
AC connection technology	3-pole AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²				
Certificates and compliance with standards	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, G83/2, G59/3, CEI 0-21, VDE AR N 4105				

EFFICIENCY	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Max. efficiency	98.0 %	98.0 %	98.0 %	98.1 %	98.1 %
European efficiency (η _{EU})	96.1 %	96.8 %	96.8 %	97.0 %	97.0 %
MPP adaptation efficiency	> 99.9 %				

PROTECTIVE DEVICES	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
DC insulation measurement	Yes				
Overload behaviour	Operating point shift. Power limitation				
DC disconnecter	Yes				
Reverse polarity protection	Yes				
RCMU	Yes				

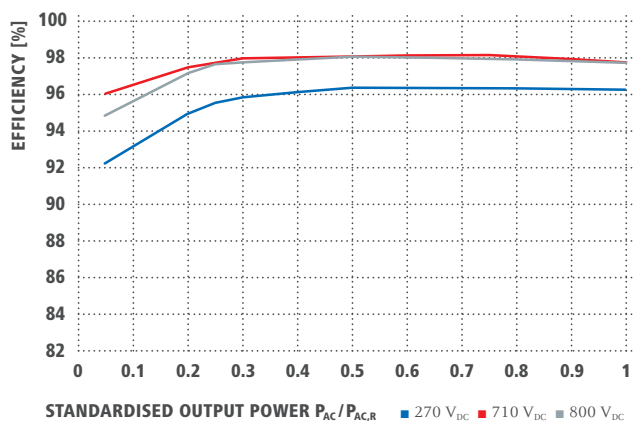
INTERFACES	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs and 4 digital in/out	Interface to ripple control receiver				
USB (A socket) ²⁾	Datalogging, inverter update via USB flash drive				
2x RS422 (RJ45 socket) ²⁾	Fronius Solar Net				
Signalling output ²⁾	Energy management (potential-free relay output)				
Datalogger and Webserver	Included				
External input ²⁾	S0-Meter Interface / Input for overvoltage protection				
RS485	Modbus RTU SunSpec or meter connection				

¹⁾ According to IEC 62109-1.

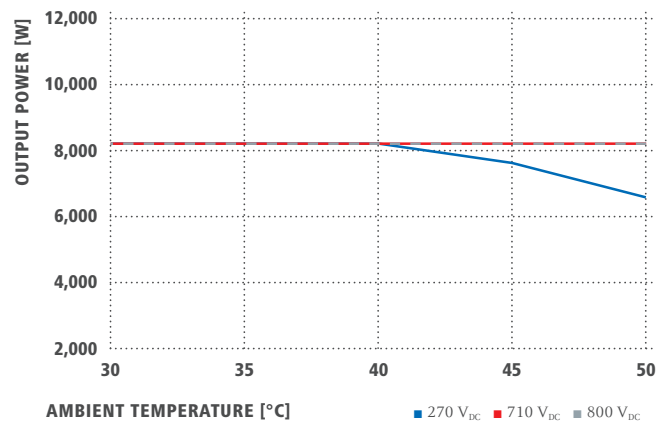
²⁾ Also available in the light version.

Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

FRONIUS PRIMO 8.2-1 EFFICIENCY CURVE



FRONIUS PRIMO 8.2-1 TEMPERATURE DERATING



TECHNICAL DATA FRONIUS PRIMO (5.0-1, 5.0-1 AUS, 6.0-1, 8.2-1)

INPUT DATA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 5.0-1 AUS	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Number of MPP trackers	2			
Max. input current ($I_{dc \max 1} / I_{dc \max 2}$)	12.0 A / 12.0 A		18.0 A / 18.0 A	
Max. array short circuit current (MPP ₁ /MPP ₂)	18.0 A / 18.0 A		27.0 A / 27.0 A	
DC input voltage range ($U_{dc \min} - U_{dc \max}$)	80 - 1,000 V			
Feed-in start voltage ($U_{dc \text{ start}}$)	80 V			
Usable MPP voltage range	80 - 800 V			
Number of DC connections	2 + 2			
Max. PV generator output ($P_{dc \max}$)	7.5 kW _{peak}	7.5 kW _{peak}	9.0 kW _{peak}	12.3 kW _{peak}

OUTPUT DATA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 5.0-1 AUS	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
AC nominal output ($P_{ac,r}$)	5,000 W	4,600 W	6,000 W	8,200 W
Max. output power	5,000 VA	5,000 VA	6,000 VA	8,200 VA
AC output current ($I_{ac \text{ nom}}$)	21.7 A	21.7 A	26.1 A	35.7 A
Grid connection (voltage range)	1 ~ NPE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)			
Frequency (frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)			
Total harmonic distortion	< 5 %			
Power factor ($\cos \phi_{ac,r}$)	0.85 - 1 ind. / cap.			

GENERAL DATA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 5.0-1 AUS	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Dimensions (height x width x depth)	645 x 431 x 204 mm			
Weight	21.5 kg			
Degree of protection	IP 65			
Protection class	1			
Overvoltage category (DC / AC) ¹⁾	2 / 3			
Night time consumption	< 1 W			
Inverter design	Transformerless			
Cooling	Regulated air cooling			
Installation	Indoor and outdoor installation			
Ambient temperature range	-40 - +55 °C			
Permitted humidity	0 - 100 %			
Max. altitude	4,000 m			
DC connection technology	4x DC+ and 4x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²			
AC connection technology	3-pole AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²			
Certificates and compliance with standards	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, G83/2, G59/3, CEI 0-21, VDE AR N 4105 ²⁾			

¹⁾ According to IEC 62109-1.

²⁾ Fronius Primo 5.0-1, Fronius Primo 6.0-1 and Fronius Primo 8.2-1 are not fully compliant with VDE AR N 4105.

Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

EFFICIENCY	PRIMO 5.0-1	PRIMO 5.0-1 AUS	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Max. efficiency	98.1 %	98.1 %	98.1 %	98.1 %
European efficiency (η _{EU})	97.1 %	97.1 %	97.3 %	97.5 %
MPP adaptation efficiency	> 99.9 %			

PROTECTIVE DEVICES	PRIMO 5.0-1	PRIMO 5.0-1 AUS	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
DC insulation measurement	Yes			
Overload behaviour	Operating point shift, power limitation			
DC disconnect	Yes			
Reverse polarity protection	Yes			
RCMU	Yes			

INTERFACES	PRIMO 5.0-1	PRIMO 5.0-1 AUS	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs and 4 digital in/out	Interface to ripple control receiver			
USB (A socket) ¹⁾	Datalogging, inverter update via USB flash drive			
2x RS422 (RJ45 socket) ¹⁾	Fronius Solar Net			
Signalling output ¹⁾	Energy management (potential-free relay output)			
Datalogger and Webserver	Included			
External input ¹⁾	S0-Meter Interface / Input for overvoltage protection			
RS485	Modbus RTU SunSpec or meter connection			

¹⁾ Also available in the light version.

Further information and technical data can be found at www.fronius.com.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

THREE BUSINESS UNITS, ONE GOAL: TO SET THE STANDARD THROUGH TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT.

What began in 1945 as a one-man operation now sets technological standards in the fields of welding technology, photovoltaics and battery charging. Today, the company has around 4,760 employees worldwide and 1,253 patents for product development show the innovative spirit within the company. Sustainable development means for us to implement environmentally relevant and social aspects equally with economic factors. Our goal has remained constant throughout: to be the innovation leader.

Further information about all Fronius products and our global sales partners and representatives can be found at www.fronius.com

Fronius India Private Limited
GAT no 312, Nanekarwadi
Chakan, Taluka - Khed District
Pune 410501
India
pv-sales-india@fronius.com
www.fronius.in

Fronius Australia Pty Ltd.
90-92 Lambeck Drive
Tullamarine VIC 3043
Australia
pv-sales-australia@fronius.com
www.fronius.com.au

Fronius UK Limited
Maidstone Road, Kingston
Milton Keynes, MK10 0BD
United Kingdom
pv-sales-uk@fronius.com
www.fronius.co.uk

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

ANEXO C – ORÇAMENTO DA ENERGOS ENGENHARIA

FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO: USINA SOLAR FOTOVOLTAICA**1. ESCOPO DE FORNECIMENTO**

Esta proposta prevê o fornecimento de módulos, inversores, suportes, instalação, startup e comissionamento de toda a usina fotovoltaica de energia elétrica. A instalação dos módulos será **realizada no TERRAÇO**.

1.1. DADOS DO CLIENTE

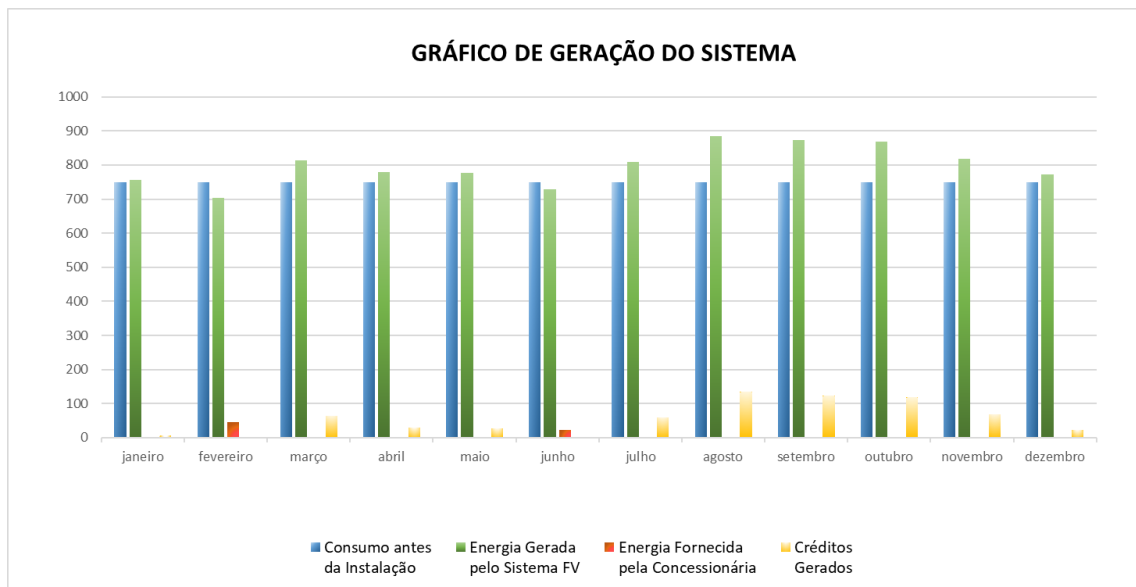
CLIENTE:	EDCARLOS FERREIRA DE CARVALHO	CPF/CNPJ:	--
ENDEREÇO	SI LAGOA DE PEDRAS	BAIRRO:	ZONA RURAL
CIDADE:	RIACHO DE SANTANA	UF: RN	CEP: 59987-000
CONCESSIONÁRIA:	COSERN		
CLASSIFICAÇÃO:	TRIFÁSICO		

1.2. DADOS DA USINA

Dados do Sistema Fotovoltaica	
LOCAL	CAMPO GRANDE/RN
MÉDIA SOLAR ANUAL (HSP)	5,92 kWh/m ² /dia
TEMPO MÊS	30 dias
POTÊNCIA DO MÓDULO	450 Wp
QUANTIDADE DE PAINÉIS	10
ÁREA UTILIZADA PELO MÓDULOS	22 m ²
POTÊNCIA INSTALADA	4 Kw
ENERGIA MÉDIA GERADA (estimada)	608,8 kWh/mês
CONSUMO MÉDIO ATUAL	607 kWh/mês
VALOR A SER PAGO DEPOIS (aproximado)	R\$100,00
PAYBACK DO INVESTIMENTO (simples)	6 anos
CONTAS CONTRATO PARTICIPANTES	--

COTAÇÃO: ESE279 **CLIENTE:** EDCARLOS FERREIRA DE CARVALHO

1.3. GRÁFICO DE GERAÇÃO DO SISTEMA



1.4. COMPOSIÇÃO – EQUIPAMENTOS

Itens	Descrição	Und	Quant
Serviços			
		Serviço	1
1 INSTALAÇÃO; ART; PROJETO ELÉTRICO E PROJETO EXECUTIVO; COMISSIONAMENTO E STARTUP; TRANSPORTE			
Material			
2	TE CONECTOR PV4 18437 24040 PV4-S1M KIT PIN IP68 1500V ACOPLADOR MACHO	PÇ	8
3	TE CONECTOR PV4 18438 24041 PV4-S1F KIT SOCKET IP68 1500V ACOPLADOR FEMEA	PÇ	8
4	PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO JINKO JKM450M-60HL4-V 60M HC 450W TIGER PRO MONO PERC 20,85% EFIC 120 CEL	PÇ	15
5	CABO SOLAR NEXANS ENERGYFLEX AFITOX 0,6/1KV 1500V DC PRETO	M	50
6	CABO SOLAR NEXANS ENERGYFLEX AFITOX 0,6/1KV 1500V DC VERMELHO	M	50
7	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO E SUPORTE	CJ	4
8	INVERSOR SOLAR FOTOVOLTAICO ON GRID FRONIUS 4210066 PRIMO 4.0-1 POTÊNCIA 4 KW MONOFÁSICO 220V	PÇ	1

1.5. PREÇOS

Segue abaixo as condições comerciais para o serviço de instalação, comissionamento, *startup* e fornecimento dos equipamentos para o gerador fotovoltaico descrito no item 1.

Itens	Descrição	Und	Quant	Preço
1	INSTALAÇÃO; ART; PROJETO ELÉTRICO E PROJETO EXECUTIVO; COMISSIONAMENTO E STARTUP; TRANSPORTE	SV	1	R\$ 4.500,00
Material				
2	TE CONECTOR PV4 18437 24040 PV4-S1M KIT PIN IP68 1500V ACOPLADOR MACHO	PÇ	8	R\$ 1,00
3	TE CONECTOR PV4 18438 24041 PV4-S1F KIT SOCKET IP68 1500V ACOPLADOR FEMEA	PÇ	8	R\$ 1,00
4	PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO JINKO JKM450M-60HL4-V 60M HC 450W TIGER PRO MONO PERC 20,85% EFIC 120 CEL	PÇ	10	R\$ 1.078,44
5	CABO SOLAR NEXANS ENERGYFLEX AFITOX 0,6/1KV 1500V DC PRETO	M	35	R\$ 396,90
6	CABO SOLAR NEXANS ENERGYFLEX AFITOX 0,6/1KV 1500V DC VERMELHO	M	35	R\$ 396,90
7	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO E SUPORTE	CJ	10	R\$ 199,00
8	INVERSOR SOLAR FOTOVOLTAICO ON GRID FRONIUS 4210066 PRIMO 4.0-1 POTÊNCIA 4 KW MONOFÁSICO 220V	PÇ	1	R\$ 9.027,47
TOTAL DO INVESTIMENTO				R\$ 25.320,67

Energos Engenharia e Energia

Rua Dr. Jaime de Aquino, 22 SL 01. Pau dos Ferros – RN - CEP: 59.900-000

CNPJ: 30.064.948/0001-71

FONE: (84)99103-0873/98153-0629

COTAÇÃO: ESE279 **CLIENTE:** EDCARLOS FERREIRA DE CARVALHO

Os preços apresentados nesta proposta estão expressos em REAIS (R\$) e são válidos para as quantidades e especificações indicadas, diretamente vinculados ao cumprimento dos eventos financeiros previstos nas condições de pagamento.

2. FORNECIMENTO

2.1. ITENS DO ESCOPO DE FORNECIMENTO

- I. Projeto executivo;
- II. Projeto Elétrico;
- III. Instalação Elétrica dos módulos, inversores, painéis, transformadores e conexões;
- IV. Instalação mecânica dos módulos;
- V. O orçamento presente **não contempla** a adequações as instalações já existentes para atender aos requisitos de conexão da concessionária local;
- VI. O Serviço **contempla** Obras civis relativas às instalações da Usina;
- VII. Todo e qualquer liberação, consulta, projeto etc., junto à concessionária local;
- VIII. Conexão do sistema gerador com a concessionária local será de responsabilidade da COSERN;
- IX. A contratada **não se responsabilizará** por qualquer item que não conste do escopo desta proposta.
- X. Quaisquer divergências entre o ofertado e vossas reais necessidades, poderão ser ajustadas mediante novo contato, para tal, reservamo-nos o direito de rever os preços e prazos de entrega.

2.2. PRAZO DE ENTREGA DA USINA

O prazo para entrada em funcionamento do gerador fotovoltaico é de até 70 dias, contados a partir da data de cumprimento das condições de pagamento acordadas. O prazo inclui:

- Frete de Equipamento.
- Parecer de Acesso e Projeto Executivo aprovado pela concessionária.
- Instalação completa dos equipamentos.
- Emissão de Relacionamento Operacional pela concessionária.



José Verismar A. A. Júnior
ENG. ELETRICISTA
CREA-RN 211566197-4

José Verismar A A Júnior
Eng. Eletricista
CREA 211566197-4