

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

ANA CAROLINA DOS REIS MEDEIROS

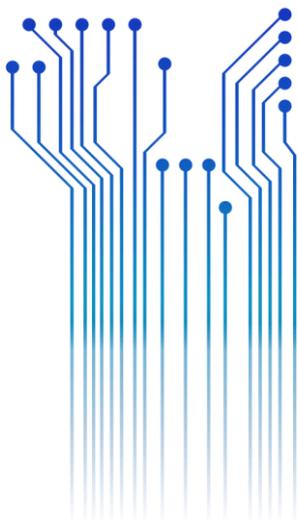


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2017

ANA CAROLINA DOS REIS MEDEIROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Geração de Energia

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.

Orientador

Campina Grande
2017

ANA CAROLINA DOS REIS MEDEIROS

RELATÓRIO DE ESTAGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Geração de Energia

Aprovado em 09 / 10 / 2017

Professor Ronimack Trajano de Souza

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha mãe,
pela dedicação e amor a qual me

criou e formou meu car

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço à minha mãe, Josefa Madilene dos Reis Medeiros, pelo esforço, apoio e exemplo que sempre me deu e que foi essencial neste e em tantos outros trabalhos.

Agradeço ao professor Célio Anésio da Silva, pelos conhecimentos repassados na disciplina de graduação e pelo apoio dado na elaboração do presente trabalho.

Agradeço especialmente ao meu namorado, Arthur Brasileiro de Souza Holanda, por todo o seu amor, carinho, dedicação, paciência, atenção e companheirismo durante esta longa jornada, por não ter poupado esforços para enfrentarmos todas as dificuldades desta jornada, sua ajuda foi essencial para a realização deste e de outros sonhos.

Agradeço também aos meus amigos, Aline Almeida, Ewerton Brasil, Helton Tavares, Hélivio Reis, e Welch Martiniano, por não medirem esforços sempre que precisei e por todo o companheirismo partilhado.

*“Há pessoas que amam o poder,
e outras tem o poder de amar.”*

Bob Marley.

RESUMO

Este documento tem por finalidade apresentar as atividades desenvolvidas pela aluna Ana Carolina dos Reis Medeiros, durante o Estágio Supervisionado no Laboratório de Sistemas de Potência (LSP), do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O estágio decorreu no período de 29/05/17 a 31/07/17, totalizando 182 horas de atividade.

O trabalho teve como foco a energia solar e fará um estudo do sistema de geração de energia a partir de painéis fotovoltaicos demonstrando as principais características do sistema, os equipamentos utilizados e o dimensionamento. Por fim, foi realizada uma análise econômica afim de estudar a viabilidade para a implementação do sistema fotovoltaico conectado à rede, aplicado ao Laboratório Patologia F. DINIZ Ltda, na cidade de Campina Grande.

Palavras-chave: Estágio Supervisionado, Sistema Fotovoltaico, Energia Solar, Painéis Fotovoltaicos, Geração de Energia, Análise Econômica.

ABSTRACT

This document aims to show the activities developed by the student Ana Carolina dos Reis Medeiros, during the Supervised Internship at the Potency Systems Laboratory (LSP), Electrical Engineering Department (DEE), of the Federal University of Campina Grande (UFCG). The internship happened from 29/05/17 to 31/07/17, summing 182 hours of activities.

The work focus on solar energy and will study the power generation system from photovoltaic panels demonstrating the main features of the system, the equipment used and the scaling. Finally, it was performed an economic analysis studying the viability to implement a photovoltaic system applied to F. DINIZ Ltda. Pathology Laboratory, in the city of Campina Grande.

Keywords: Supervised Internship, Photovoltaic System, Solar Energy, Photovoltaic Panels, Power Generation, Economic Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fachada do LSP.....	14
Figura 2 – LabSim	15
Figura 3 - Esquema de Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica.	16
Figura 4 - Componentes de um Array Solar.	17
Figura 5 - Exemplos de Suportes para Painéis Fotovoltaicos.....	18
Figura 6 - Vista da Unidade Consumidora.	20
Figura 7 - Consumo Anual da Unidade Consumidora.....	22
Figura 8 - Gráfico da Irradiação Solar Mensal no Plano Horizontal e no Plano Inclinado.	23
Figura 9 – Comparativo da Energia Gerada pelo Sistema Fotovoltaico.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico de Consumo Mensal.....	21
Tabela 2 - Valores de Irradiação Solar Diária Média Mensal no Período de 12 meses	23
Tabela 3 - Energia Gerada pelo Sistema Fotovoltaico.....	27
Tabela 4 - Orçamento do Sistema Fotovoltaico.....	29
Tabela 5 - Ajuste Anual da Tarifa em 6,5% e Valores Economizados.....	30
Tabela 6 - Linhas de Financiamento para Energia Solar.	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

F. DINIZ	Francisco Diniz
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
LSP	Laboratório de Sistemas de Potencia
HSP	Horas de Sol Pleno
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectada à Rede
FV	Fotovoltaica
VPL	Valor Presente Líquido
TIR	Taxa Interna de Retorno
NR	Norma Regulamentadora
CRESESB	Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito
PB	Payback descontado
Pfv	Potência de Pico do Pannel Fotovoltaico
BRA	Brasil
Qtd	Quantidade
E	Consumo de Energia Médio
FCt	Fluxo de Caixa no período T
I	Investimento Inicial
K	Custo de capital
TD	Taxa de Desempenho
MW	Megawatt
kW	Quilowatt
FINAME	Agência Especial de Financiamento Industrial
AVSS	Alma Verde Soluções em Sustentabilidade
DEE	Departamento de Engenharia Elétrica
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
1.1	Objetivo do Estágio.....	13
1.2	Local do Estágio.....	14
1.3	Estrutura do trabalho.....	15
2	Elementos Básicos de um Sistema de Geração Conectado à Rede.....	16
2.1	Painéis Solares.....	17
2.2	Inversor.....	17
2.3	Estrutura Mecânica.....	18
3	O Estágio.....	19
3.1	Levantamento do Consumo de Energia Elétrica.....	20
3.2	Levantamento do Recurso Solar.....	22
3.3	Dimensionamento do Gerador Fotovoltaico.....	24
3.4	Análise de Viabilidade Econômica.....	28
3.4.1	Valor Presente Líquido (VPL).....	30
3.4.2	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	31
3.4.3	PAYBACK.....	31
3.5	Linhas de Financiamento.....	32
4	Conclusão.....	34
	Referências.....	35
	APÊNDICE A – Fluxo de Caixa.....	36
	ANEXO A - Especificações dos Materiais.....	37
	ANEXO B – Especificação do kit.....	40
	ANEXO C – Relatório PVSOL.....	41

1 INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado tem como objetivo o cumprimento das exigências da disciplina Estágio Curricular, integrante da grade curricular do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. Essa disciplina é indispensável para a formação profissional, visto que consolida os conhecimentos adquiridos durante o curso de forma prática.

O estágio supervisionado, cujas atividades são descritas neste relatório, teve duração de 182 horas e foi realizado no Laboratório de Sistemas de Potência (LSP), durante o período de 29 de Maio de 2017 até 31 de Julho de 2017, sob supervisão do professor e engenheiro eletricitista Célio Anésio da Silva e supervisão do professor Washington Luiz Araújo Neves.

Inicialmente, o orientador apresentou diversos artigos que propunham desenvolvimento de projetos que utilizavam como fonte energética a luz solar e painéis fotovoltaicos.

A partir disso, escolheu-se um projeto que tinha como objetivo o desenvolvimento de um sistema ecoeficiente. Este relatório apresenta a descrição das atividades realizadas durante o período do estágio, com destaque para:

- Desenvolvimento de um projeto de edificação empresarial ecoeficiente;
- Estimação de demanda energética;
- Estimação do Recurso solar;
- Escolha do sistema fotovoltaico;
- Aspectos financeiros.

1.1 OBJETIVO DO ESTÁGIO

Motivada pelo interesse sobre o potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil, o estágio supervisionado no Laboratório de Sistemas de Potência (LSP), teve por objetivos principais realizar o dimensionamento de um sistema de geração fotovoltaica conectado à rede (SFCCR), para o suprimento da demanda de energia elétrica na empresa Laboratório Patologia F. DINIZ, situada na cidade de Campina Grande. Além disso, elaborar um estudo da viabilidade econômica da futura implantação desse sistema, fazer o orçamento desse projeto e analisar algumas fontes de financiamento.

1.2 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio supervisionado foi realizado no Laboratório de Sistemas Elétricos de Potência (LSP), do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) localizado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

O prédio onde se encontra o LSP possui duas salas para utilização dos alunos, em uma delas foi realizado o estágio, mais especificamente no LabSim (Laboratório de Simulação).

As Figuras 1 e 2 mostram respectivamente, a fachada do LSP e as dependências do LabSim. Na Figura 7, é apresentado o local para o qual o sistema fotovoltaico foi projetado, Laboratório F. DINIZ.

Figura 1 – Fachada do LSP.



Fonte: QUEIROZ, E.S, 2016

Figura 2 – LabSim



Fonte: Fonte: QUEIROZ, E.S, 2016

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O relatório de estágio está estruturado em quatro seções. Na Seção 1 foi apresentado um panorama geral sobre o local de estágio e os objetivos do mesmo. A Seção 2 trata da descrição dos elementos que serão utilizados na implantação de um sistema fotovoltaico interligado à rede elétrica. A Seção 3 é o estágio em si e mostra como foi realizado todo o projeto, com toda a sua memória de cálculo, e como foi realizada a análise econômica do mesmo. E, por fim, na Seção 4 tem-se a conclusão do trabalho desenvolvido.

2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO CONECTADO À REDE

Os sistemas fotovoltaicos normalmente possuem quatro componentes principais: painéis solares, controladores de carga, inversores, banco de baterias e estruturas metálicas.

Os sistemas conectados à rede utilizam grandes números de painéis fotovoltaicos, e não utilizam armazenamento de energia, pois toda a geração é entregue diretamente na rede. Este sistema representa uma fonte complementar ao sistema elétrico de grande porte ao qual está conectada. Todo o arranjo é conectado em inversores e logo em seguida interligado diretamente na rede. Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são instalados para fornecer energia ao consumidor, que pode utilizar a rede elétrica da concessionária para complementar a energia demandada e, caso haja excedente, o consumidor poderá vendê-lo para a concessionária. Na Figura 3 pode-se observar o diagrama esquemático de um sistema FV conectado à rede elétrica.

Figura 3 - Esquema de Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica.

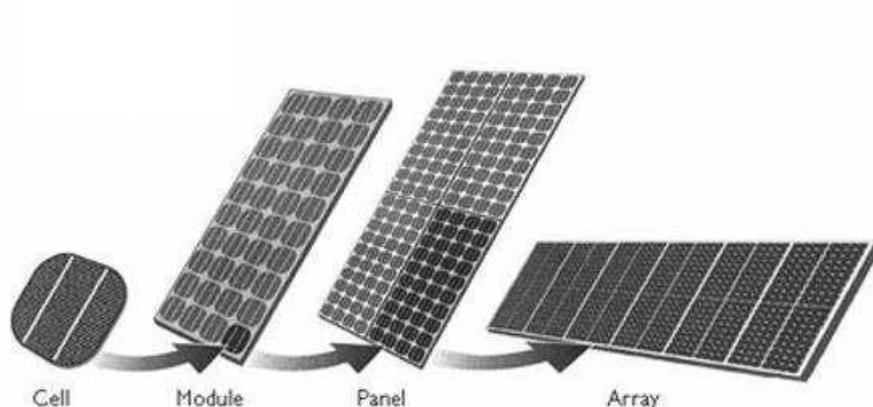


Fonte: Climatizare (Disponível em: <<http://www.climatizare.com.br>>).

2.1 PAINÉIS SOLARES

A tecnologia fotovoltaica utiliza células semicondutoras, geralmente alguns muitos centímetros quadrados em tamanho. A célula solar é a unidade básica do sistema fotovoltaico, é tipicamente alguns centímetros em tamanho e produz aproximadamente 1 W. Para obter uma maior potência várias células são conectadas em série e paralelo, é então denominado painel solar (módulo solar). Um array (arranjo) solar é composto por um grupo de painéis fotovoltaicos eletricamente conectados em série e paralelo para gerar determinadas corrente e tensão. A Figura 4 ilustra os componentes de um array solar.

Figura 4 - Componentes de um Array Solar.



Fonte: (Disponível em: https://www.cmhc-schl.gc.ca/en/co/grho/grho_009.cfm)

2.2 INVERSOR

O inversor é o equipamento que se responsabiliza por estabelecer a conexão entre os módulos fotovoltaicos e a carga ou rede elétrica, convertendo o sinal elétrico CC proveniente do gerador em um sinal elétrico CA, ajustando também frequência e o nível de tensão necessário (FIGUEIRA, 2014). No Brasil é necessário que o inversor seja certificado pelo INMETRO ou algum laboratório internacional acreditado por ele para que seja liberada a conexão à rede elétrica.

Os inversores usados em sistemas conectados à rede possuem circuitos internos que fazem o sincronismo da tensão da rede com a tensão de saída do inversor em frequência, fase e amplitude e saem de operação sempre que algum desses parâmetros passar por alguma anormalidade.

2.3 ESTRUTURA MECÂNICA

O painel solar possui uma estrutura metálica que é responsável por fixá-lo à estrutura onde se deseja que o painel seja instalado.

A estrutura para instalação do painel solar é desenvolvida de acordo com o local da instalação do mesmo, e deve levar em consideração a inclinação do painel solar, calculada a partir da latitude do local. Esta alteração na inclinação é feita com o intuito de captar a máxima energia solar possível. Existem vários tipos de estruturas disponíveis, desde um simples poste com suporte para dois ou três painéis até grandes estruturas de vigas com suporte para dezenas de painéis. Na Figura 5 são apresentadas algumas estruturas para suporte de painéis solares disponíveis no mercado.

Figura 5 - Exemplos de Suportes para Painéis Fotovoltaicos.



Fonte: Portal Solar (Disponível em:< <http://www.portalsolar.com.br>>).

2.4 MEDIDOR BIDIRECIONAL

O medidor bidirecional mede a energia gerada em excesso que é injetada na rede da concessionária. Mede também a energia consumida da rede, quando o sistema não está gerando, tendo como exemplo, à noite. Portanto, o medidor registra tanto o consumo quanto a produção de energia no período, e emite o faturamento em função da diferença destas 2 variáveis. A Figura 6 mostra um exemplo medidor bidirecional.

Para uma instalação solar, é necessária a troca do medidor para um modelo com leitura bidirecional, pois quando o sistema de energia solar produz mais energia do que se consome, o ponteiro literalmente gira para trás.

Figura 6 – Medidor Bidirecional



Fonte: Suncorp (Disponível em:< <https://www.suncorp.com.br>>).

3 O ESTÁGIO

As atividades realizadas durante o estágio foram divididas em quatro etapas:

- Levantamento adequado de demanda e consumo de energia elétrica da empresa;
- Levantamento adequado do recurso solar disponível no local da aplicação;

- Desenvolvimento do projeto de geração solar fotovoltaica conectada à rede (SFCR) para complementar a demanda de energia solicitada pela empresa em questão, de acordo com as normas regulamentadoras nº 482/2012 e nº 687/2015 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica);
- Fez-se o orçamento do projeto de geração solar, onde possibilitou-se a análise de viabilidade econômica do mesmo e a pesquisa por algumas linhas de financiamento.

Figura 7 - Vista da Unidade Consumidora.



Fonte: Próprio Autor

3.1 LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

A base do dimensionamento de um sistema fotovoltaico é entender que o sistema deve gerar mais eletricidade do que o limite estabelecido para consumo. Então para o início do projeto definiu-se a média de consumo mensal de energia elétrica referente ao período de 12

meses, Agosto de 2016 até Julho de 2017. O histórico de consumo da empresa foi levantado pelo histórico de faturas mensais emitidas pela distribuidora local (Energisa Borborema), e pode ser visto na Tabela 1.

A partir dos dados do histórico de consumo da unidade consumidora, obteve-se o gráfico anual do consumo de energia elétrica em kWh, que pode ser visto na Figura 8.

O consumo médio mensal da empresa no período analisado foi obtido por meio da média aritmética da soma de todos os consumos dividido pelo número de meses, este consumo resultou no valor de 6787 kWh/mês, que também pode ser encontrado discriminado da fatura de energia elétrica.

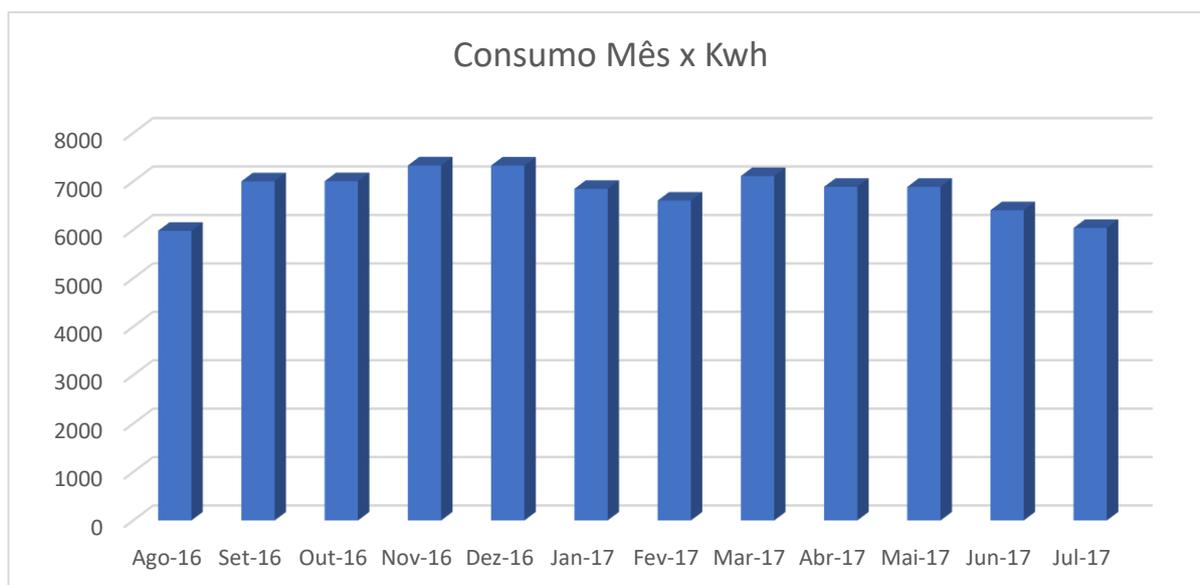
O consumo médio diário de 226 kWh/dia, foi calculado levando em consideração a quantidade de dias para a próxima leitura, esses valores são disponibilizados no próprio site da distribuidora local e se encontram da Tabela 1.

Tabela 1 – Histórico de Consumo Mensal.

Ano	Mês	Consumo (kWh)	Qtd. Dias
2016	Agosto	5981	33
2016	Setembro	7003	29
2016	Outubro	7006	33
2016	Novembro	7332	28
2016	Dezembro	7329	31
2017	Janeiro	6847	28
2017	Fevereiro	6605	29
2017	Março	7112	32
2017	Abril	6890	31
2017	Maió	6889	28
2017	Junho	6406	32
2017	Julho	6040	30

Fonte: Próprio Autor.

Figura 8 - Consumo Anual da Unidade Consumidora.



Fonte: Próprio Autor.

3.2 LEVANTAMENTO DO RECURSO SOLAR

Nessa etapa do estágio foi feito o levantamento dos valores de irradiação solar sobre a localidade onde a empresa está instalada, afim de medir a disponibilidade solar para o sistema.

Utilizou-se a base de dados da ferramenta SunData, fornecido no site da CRESESB, que destina-se ao cálculo da irradiação média mensal em qualquer ponto do território nacional. A ferramenta busca por localidades próximas por meio das coordenadas geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse e fornece os valores de irradiação solar, em kWh/m².dia no plano horizontal e com o ângulo de inclinação igual à latitude.

A empresa está localizada na cidade de Campina Grande, PB, cujas coordenadas em latitude e longitude são: (-7.13 S, -35.53 O).

Após a inserção dos dados no sistema, obteve-se os valores médios de irradiação solar por mês, conforme ilustrada na Tabela 2. A ferramenta SunData também disponibiliza o gráfico comparativo da irradiação solar mensal no plano horizontal e no plano inclinado, que pode ser visto na Figura 9.

Tabela 2 - Valores de Irradiação Solar Diária Média Mensal no Período de 12 meses

Cálculo no Plano Inclinado

Estação: Campina Grande

Município: Campina Grande, PB - BRA

Latitude: 7,2° S

Longitude: 35,895555° O

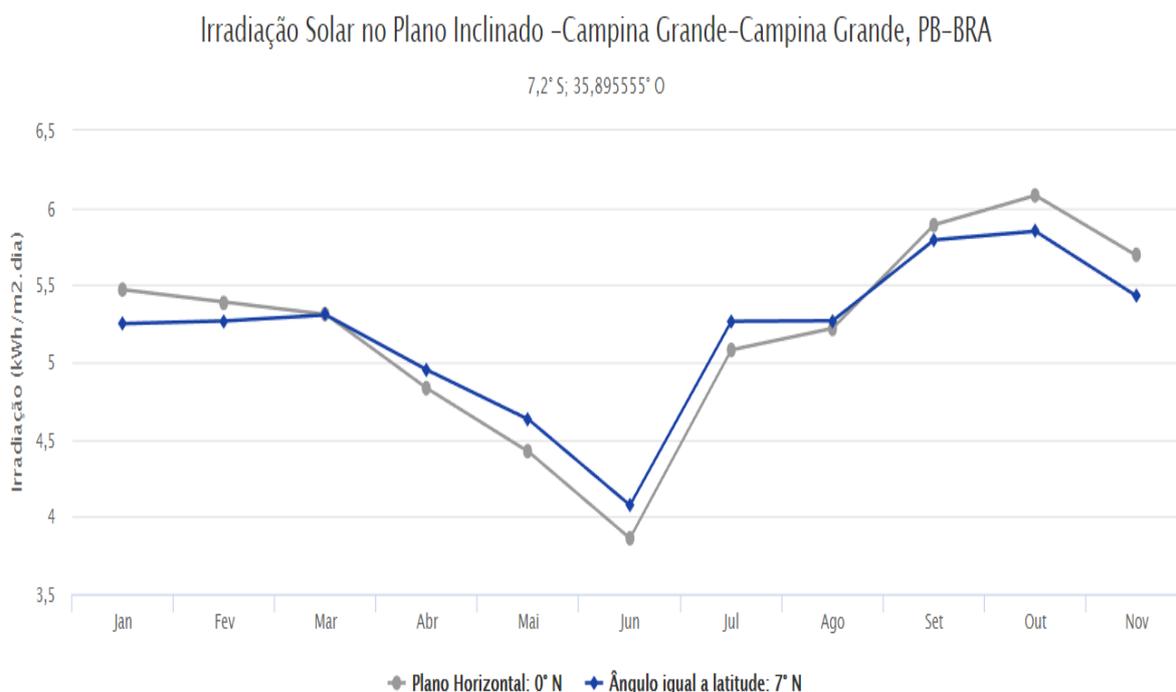
Distância do ponto de ref. (7,13° S; 35,53° O):41,1km

Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² /dia] (Continua)					
		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.
Plano Horizontal	0° N	5,47	5,39	5,31	4,83	4,42	3,86
Ângulo igual a latitude	7° N	5,25	5,27	5,31	4,95	4,63	4,07

Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² /dia] (Conclusão)						
		Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média
Plano Horizontal	0° N	3,83	5,08	5,22	5,89	6,08	5,69	5,09
Ângulo igual a latitude	7° N	4,07	5,27	5,27	5,79	5,85	5,43	5,09

Fonte: SunData.

Figura 9 - Gráfico da Irradiação Solar Mensal no Plano Horizontal e no Plano Inclinado.



Para estimativas com aplicações fotovoltaicas é importante saber o número de Horas de Sol Pleno (HSP), segundo Pinho e Galdino, autores do *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*, esta grandeza reflete o número de horas em que a irradiância solar deve permanecer constante e igual a 1 kW/m^2 , de forma que a energia resultante seja equivalente a energia disponibilizada pelo Sol no local em questão, acumulada ao longo de um dado dia. Esse valor pode ser calculado por meio da Equação 1.

$$HSP = \frac{\text{Irradiância [kWh/m}^2\text{]}}{1[\text{kW/m}^2]} \quad (1)$$

Para facilitar cálculos futuros, utilizou-se a Equação 2.1 para encontrar o número de horas de sol pleno. O valor que é inserido no denominador refere-se a média aritmética entre a média anual para o plano horizontal e para a inclinação equivalente à latitude, que resultou em $5,09 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia}$.

$$HSP = \frac{5,09[\text{kWh/m}^2 \cdot \text{dia}]}{1[\text{kW/m}^2]} = 5,09 [\text{h/dia}]$$

3.3 DIMENSIONAMENTO DO GERADOR FOTOVOLTAICO

Nessa etapa do estágio foi importante ter o conhecimento da Resolução Normativa Nº 482/2012 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), que foi revisada e corrigida pela Resolução Normativa 687/2015, que regulamenta no Brasil, os sistemas fotovoltaicos classificados como micro ou minigeração e ter o entendimento do sistema de compensação de energia elétrica regulamentado na região.

Tem-se no Artigo 2º desta resolução as seguintes definições:

- Microgeração Distribuída: Central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

- Minigeração Distribuída: Central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes híbridas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- Sistema de Compensação de Energia Elétrica: Sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa;
- Geração Compartilhada: Reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;
- Autoconsumo Remoto: Unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

A Resolução Normativa permite que o consumidor comercialize com a distribuidora local o excedente de energia elétrica produzida em sua unidade geradora. A energia que é vendida a distribuidora local irá gerar um crédito na fatura do consumidor nos meses subsequentes. Os créditos poderão ser utilizados em um prazo de 36 meses e as informações estarão na fatura do consumidor, a fim de que ele saiba o saldo de energia e tenha o controle sobre a mesma.

Logo após o estudo da Resolução Normativa (RN) N° 482/2012 (corrigida pela RN N° 687/2015) e conhecimento do sistema de compensação de energia elétrica regulamentado na região, realizou-se o dimensionamento do gerador fotovoltaico.

A Equação 2 dimensiona a potência de pico (P_{fv}) que um painel fotovoltaico deve ter para atender um determinado consumo.

$$P_{fv}(Wp) = \frac{E}{\frac{TD}{HSP}}, \quad (2)$$

em que, P_{fv} é potência de Pico do Painel FV [Wp]; E é o consumo médio diário anual da empresa [Wh/dia]; HSP é a média das Horas de Sol Pleno incidente no plano do painel FV [h/dia] e TD é a Taxa de desempenho, normalmente entre 0,7 e 0,8 [adimensional].

Para calcular a potência do gerador fotovoltaico, tem-se os seguintes dados: HSP sendo 5,09 h/dia; Consumo médio diário anual da empresa sendo 226 kWh/dia; a taxa de desempenho, segundo Pinho e Galdino, para o Brasil varia de 0,7 a 0,8, então adotou-se TD 0,75 que é um valor intermediário. De posse desses dados, a potência de pico do Painel FV é de 59 kWp, como pode ser visto na Equação 3.

$$P_{fv}(Wp) = \frac{226 \left[\frac{kWh}{dia} \right]}{\frac{0,75}{5,09 \left[\frac{h}{dia} \right]}} = 59 [kWp] \quad (3)$$

Para as escolhas dos materiais para o sistema de geração fotovoltaica, foi utilizado o catálogo de soluções fornecidos pela WEG, oferecem kits completos para geração distribuída. Dentre os diversos kits fornecidos, foram escolhidos os seguintes para fazerem parte do sistema a ser implantado:

- Dois sistemas fotovoltaicos (FV) de 24,96 kWp, composto por 96 painéis Canadian CS6P de 260Wp cada e 2 inversores WEG String SIW500.

As especificações dos painéis fotovoltaicos e inversores utilizados são encontradas no Anexo A.

A vantagem na escolha dos kits está que eles contêm, além dos painéis fotovoltaicos e inversores, todo o conjunto de acessórios necessários para a instalação dos sistemas fotovoltaicos, como as estruturas metálicas de suporte, cabo solares, conectores, dispositivos de proteção e oferecem ainda a possibilidade de implantação posteriormente, se necessário, de um sistema de monitoramento fornecido pelo próprio fabricante, e além disso, os equipamentos já estão dimensionados para trabalharem em conjunto. As especificações completas dos kits se encontram no Anexo B.

Com o objetivo de entender o quanto de energia seria produzido pelo sistema projetado, foi feita a simulação do sistema fotovoltaico proposto. Para esta simulação foi utilizado o software PVSol Premium, fornecido gratuitamente e em português na web.

Na simulação realizada, foram utilizadas as coordenadas de latitude e longitude (-7.13 S, -35.53 O) e o histórico de consumo da empresa presente na Tabela 1.

Também vale salientar que os dados técnicos dos inversores e painéis solares foram fornecidos pelo próprio software, entretanto os painéis utilizados no kit da WEG estavam disponíveis no catálogo do software, o que reduz bastante a margem de erro quando comparado o sistema simulado e o projetado.

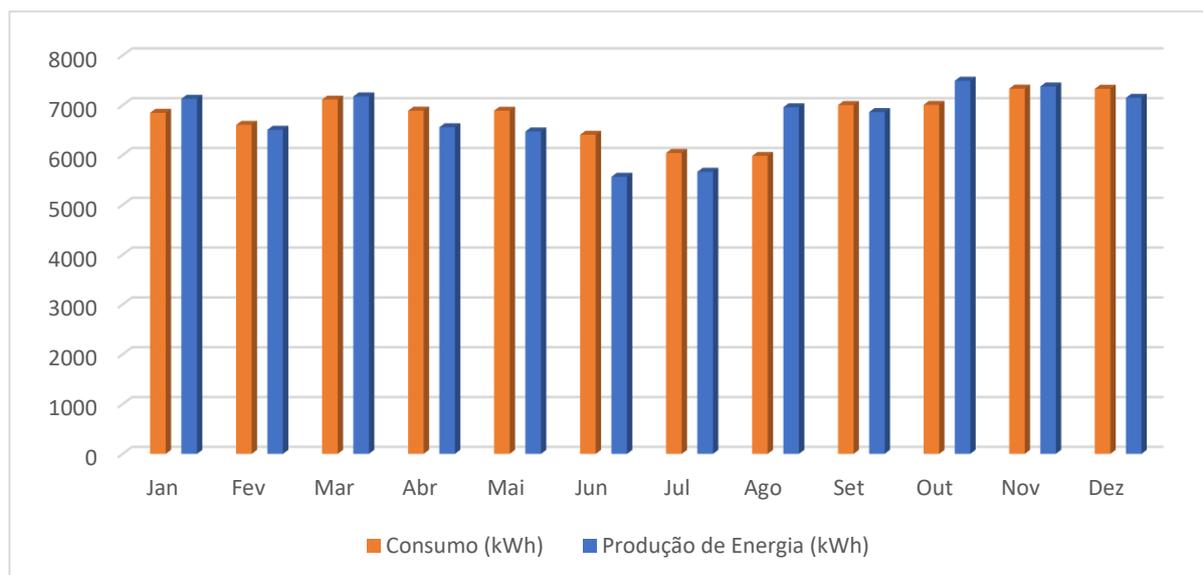
Os resultados da simulação da geração fotovoltaica apresentados pelo software se encontram na Tabela 3 e o relatório completo fornecido pelo PVSol pode ser visto no Anexo C. A média da produção mensal também foi calculada, levando em consideração o período de análise e é encontrada na Tabela 3. É importante notar que a média mensal de produção de energia do sistema simulado é um pouco menor que a média de consumo mensal da empresa, entretanto possui um valor muito próximo.

Tabela 3 - Energia Gerada pelo Sistema Fotovoltaico.

Nome	Consumo (kWh)	Produção de Energia (kWh)	Saldo
Janeiro	6847	7128,8	-281,8
Fevereiro	6605	6505,2	99,8
Março	7112	7176,5	-64,5
Abril	6890	6556,1	333,9
Mai	6889	6473,6	415,4
Junho	6406	5561,9	844,1
Julho	6040	5662,6	377,4
Agosto	5981	6958,5	-977,5
Setembro	7003	6861,3	111,7
Outubro	7006	7489,5	-483,5
Novembro	7332	7375,1	-43,1
Dezembro	7329	7148,2	180,8
Soma	81440	80927,4	
Média	6787	6743,9	

Fonte: PvSol Premium 2017.

Figura 10 – Comparativo da Energia Gerada pelo Sistema Fotovoltaico.



Fonte: Pvsol Premium 2017.

Ao se comparar a produção de energia anual do sistema fotovoltaico com o valor consumido pela empresa, que se encontra na Tabela 3, podemos obter a Figura 10.

Por meio de uma análise mais detalhada percebe-se que a geração do sistema fotovoltaico é superior a quantidade de energia consumida durante 5 meses por ano. Contudo, nos meses onde a geração de energia do sistema é maior que a consumida pela empresa, a energia pode ser vendida a distribuidora local e poderá gerar um crédito na fatura do consumidor nos meses subsequentes. Os créditos poderão ser utilizados em um prazo de 36 meses como diz a Norma Regulamentadora 687 de 2015 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

3.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Algumas técnicas de análise financeira foram utilizadas para tomada de decisão de investimento no projeto. Essas técnicas fornecem quantitativos ao investidor, permitindo saber uma estimativa do tempo de retorno do investimento, do lucro ou prejuízo que o projeto pode proporcionar em toda sua vida útil.

O valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o payback são os métodos de análise econômica que foram aplicados no projeto. Foi necessário um levantamento do valor dos componentes e dos serviços para a execução do projeto baseado nos valores praticados no mercado, conforme mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Orçamento do Sistema Fotovoltaico.

Item	Qtd	Valor Unid.	Valor
Kit Gerador Fotovoltaico 24,96 kWp (com instalação)	2	R\$ 174.833,25	R\$ 349.667,04
Frete	1	R\$ 19.101,17	R\$ 19.101,17
Projeto	1	R\$ 6.176	R\$ 6.176
Soma			R\$ 374.944,21

Fonte: Alma Verde Soluções Sustentáveis (Disponível em: < <https://www.avss.com.br/kit-energia-solar>>).

Para a realização deste orçamento, foi realizado uma simulação de compra dos Kits no site da empresa Alma Verde Soluções Sustentáveis (AVSS), que oferece como possibilidade a compra dos Kits com e sem o valor da instalação, o frete para a cidade de Campina Grande custará R\$ 19.101,17 e o projetista cobrará R\$ 20,00 /m².

Conforme verifica-se na Tabela 4, o custo total do sistema é de R\$ 374.944,21.

De acordo com a modalidade tarifária cobrada pela Energisa, a empresa Patologia F. DINIZ se enquadra como consumidor do tipo B3, cuja tarifa é de 0,34366 R\$/kWh. Para análise financeira considerou-se o reajuste anual de 6,5% ao ano nos próximos 25 anos subsequentes, pois um sistema fotovoltaico possui uma vida útil de aproximadamente 25 anos.

Pelo fato de se tratar de um investimento de longo prazo, é importante considerar o valor do capital no tempo através do custo de oportunidade, que corresponde ao que se deixa de ganhar em uma segunda alternativa por se escolher a primeira. Dessa forma, o investimento pretendido precisa render mais que o custo de oportunidade do capital. Portanto, como fator de comparação, foi utilizada a taxa de rendimento acumulada até o mês de dezembro da poupança de 2016, cujo valor é de 8,3480%. Com o auxílio do software Excel foram realizados os cálculos dos valores economizados mensal e anualmente com o ajuste anual da tarifa de 6,5%,

esses valores se encontram na Tabela 5. De posse desses valores, foi possível realizar o estudo sobre as técnicas de análise financeira.

Tabela 5 - Ajuste Anual da Tarifa em 6,5% e Valores Economizados.

t	Ano	Tarifa[R\$/kWh]	Economia Mensal	Economia Anual
1	2018	0.3437	2317.61	27811.30
2	2019	0.3660	2468.25	29619.04
3	2020	0.3898	2628.69	31544.28
4	2021	0.4151	2799.55	33594.65
5	2022	0.4421	2981.53	35778.31
6	2023	0.4708	3175.32	38103.90
7	2024	0.5014	3381.72	40580.65
8	2025	0.5340	3601.53	43218.39
9	2026	0.5688	3835.63	46027.59
10	2027	0.6057	4084.95	49019.38
11	2028	0.6451	4350.47	52205.64
12	2029	0.6870	4633.25	55599.01
13	2030	0.7317	4934.41	59212.94
14	2031	0.7792	5255.15	63061.78
15	2032	0.8299	5596.73	67160.80
16	2033	0.8838	5960.52	71526.25
17	2034	0.9413	6347.95	76175.46
18	2035	1.0025	6760.57	81126.86
19	2036	1.0676	7200.01	86400.11
20	2037	1.1370	7668.01	92016.12
21	2038	1.2109	8166.43	97997.16
22	2039	1.2896	8697.25	104366.98
23	2040	1.3735	9262.57	111150.83
24	2041	1.4627	9864.64	118375.64
25	2042	1.5578	10505.84	126070.05

Fonte: Próprio Autor.

3.4.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

A primeira técnica de análise financeira a ser estudada é o VPL, que segundo Samanez, 2009 tem como finalidade calcular, em termos de valor presente, o impacto dos investimentos futuros associados a uma alternativa de investimento, podendo ser definido pela Equação 4.

De forma simplificada, caso o resultado do VPL for positivo o projeto é viável, caso seja negativo é inviável.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} \quad (4)$$

Sendo:

- FC_t – Fluxo de caixa no período t ;
- I – Investimento inicial;
- k – Custo de capital;
- t – Períodos onde o dinheiro está investido;
- n – Último período de investimento.

3.4.2 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A segunda técnica é a TIR, que segundo Samanez, é a taxa necessária para igualar o valor presente de um investimento com os seus respectivos saldos de caixa gerados em cada período. Resumidamente, o TIR representa um tributo que, se utilizado como taxa de atualização, obteria o $VPL = 0$, ou seja, o lucro líquido pagaria o investimento inicial na vida útil do projeto. Equação para calcular a TIR é dada por:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} = 0 \quad (5)$$

A tomada de decisão a partir da TIR, baseia-se na comparação com o custo de oportunidade de capital (k), dessa forma, tem-se:

- $TIR > k$, o projeto é economicamente viável;
- $TIR < k$, o projeto é economicamente inviável.

3.4.3 PAYBACK

O Payback é o tempo necessário para se obter o investimento inicial, ou seja, quando um investidor deseja saber quando vai ter o capital investido de volta o melhor método a ser utilizado é o payback. Existem dois tipos de payback, o simples e o descontado, em que a

principal diferença entre eles é que o primeiro não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Resumidamente para um determinado negócio ser economicamente viável o mesmo deve ter um PB inferior ao seu tempo de vida útil.

O payback descontado consiste, basicamente, em determinar o valor de T na seguinte Equação 6.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+k)^t} \quad (6)$$

Sendo:

I : Investimento inicial;

FC_t : Fluxo de caixa no período t;

k : Custo de capital ou taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade.

Utilizando-se o software Excel e o fluxo de caixa elaborado para este projeto presente no Apêndice A, calculamos o VPL a TIR e o PB do projeto e chegamos aos seguintes resultados:

- O projeto tem VPL positivo de R\$ 110.568,63;
- O projeto apresenta uma TIR de 11,63 %;
- O Payback descontado é de 10 anos.

Todas as técnicas de análise financeira utilizadas apontam para a viabilidade do projeto elaborado.

3.5 LINHAS DE FINANCIAMENTO

Mesmo com as técnicas de análise financeira apontando para a viabilidade do projeto é preciso perceber que o investimento inicial é elevado para um retorno que ocorrerá em dez anos. Notada essa dificuldade inicial, procurou-se de fontes de financiamentos viáveis para a execução do projeto, pois, os financiamentos podem reduzir bastante a necessidade de desembolso inicial e possibilitar ao investidor utilizar a economia da conta de luz para pagar gradativamente o sistema fotovoltaico.

Empresas que querem adquirir equipamentos para geração de energia renovável tem linhas de financiamento específicas.

O próprio site da WEG disponibiliza uma cartilha que mostra em detalhes as linhas de crédito disponíveis para geração fotovoltaica no Brasil. Na tabela 6 é apresentada as principais linhas de financiamento existentes no Brasil.

Tabela 6 - Linhas de Financiamento para Geração Energia Solar.

Linhas de Financiamento para Energia Solar						
Banco	Público Alvo	Cobertura	Taxa de Juros	Prazo	Carência	Valor Máximo
Bradesco-Leasing Ambiental	Pessoas físicas clientes do Bradesco	Financia até 70% do investimento em projetos de energia solar e eólica.	Aprox. 2,9% a.m	60 meses.	Não tem.	Não tem.
BNB - FNE Sol	Indústrias, comércio e produtores rurais estabelecidas no Nordeste	Financia até 100% do valor do investimento em projetos de energia solar e eólica.	Aprox. 0,76% a.m	144 meses.	Até 12 meses.	Não tem.
BNB - FNE Verde	Pessoa Jurídica com sede no Nordeste	Financia até 100% do valor do investimento em projetos de energia solar e eólica.	Aprox. 0,76% a.m	144 meses.	Até 48 meses.	Não tem.
Santander	Pessoas físicas e jurídicas.	Financia até 70% do valor do investimento.	Variável caso a caso (aprox. 2,75 % a.m.)	60 meses	Não tem	Não tem
SBPE - CAIXA	Pessoas físicas e jurídicas.	Financia até 80% do valor do investimento.	A partir de 10,75 % a.a. + TR	Até 420 Meses	Não tem	Não tem

Fonte: Próprio Autor.

4 CONCLUSÃO

Foi exposto neste documento um resumo dos pontos relevantes de atividades realizadas e aprendizado adquirido durante o período de estágio supervisionado no LSP.

Neste relatório de estágio foi possível estudar a teoria sobre energia solar fotovoltaica, em especial o sistema fotovoltaico conectado à rede, que é uma aplicação da microgeração distribuída, foi possível realizar um projeto de um SFCR para o Laboratório Patologia F. DINIZ Ltda, sendo assim, possível realizar a análise de viabilidade econômica deste projeto.

Analisando os resultados obtidos, verificou-se que o projeto se mostra viável, embora o custo inicial encontrado para desenvolvimento seja elevado.

É importante salientar ainda que o custo de investimento de um sistema solar ainda continua oneroso, apesar dos avanços tecnológicos alcançados, verificou-se que o investimento inicial do projeto é de R\$ 374.944,21, por causa da elevada quantia necessária para realização do mesmo, foi necessária a busca por algumas fontes de financiamento.

Além do conhecimento vinculado à área de engenharia elétrica, foi possível conhecer mais o cenário econômico brasileiro relacionado a geração distribuída e aprender mais sobre a gestão de projetos tanto na parte técnica, como na parte financeira. É importante salientar ainda a importância das disciplinas Geração de Energia Elétrica, Instalações Elétricas e Engenharia Econômica para o desenvolvimento desse projeto.

Acredita-se que os conhecimentos adquiridos com este trabalho possam ser aplicados e aperfeiçoados em sistemas de maior porte, demonstrando assim a importância e o suporte à formação acadêmica do estagiário.

Por fim, todos os objetivos do estágio foram atingidos com êxito.

REFERÊNCIAS

PINHO, J. T., GALDINO, M. A., et al. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. CRESESB, 2014.

PORTALSOLAR. Disponível em <http://www.portalsolar.com.br/> Acesso em: Agosto de 2017.

CRESESB. **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. Potencial Solar - SunData**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acessado em: Julho de 2017.

ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL n. 687, 2015**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/-/bren2012482.pdf>>. Acessado Julho de 2017.

ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL n. 482, de 17 de abril de 2012**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/-/bren2012482.pdf>>. Acessado Julho de 2017.

DANTAS, S. A. S. **Estudo de Caso de Viabilidade Econômica de Instalação de Sistema de Geração Solar Fotovoltaico**, 2015

SAMANEZ, Carlos Patricio, **Engenharia econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

PVSOL - Disponível em:<<http://www.valentin-software.com/downloads>>. Acessado em: Julho de 2017.

ENERGISA. Disponível em: < <http://www.energisa.com.br/agenciavirtual/paginas/sua-fatura>>. Acessado em: Julho de 2017.

AVSS. Disponível em: < <https://www.avss.com.br/kit-energia-solar>>

NEOSOLAR. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/loja/painelsolarfotovoltaico-265wp-canadian-csi-cs6p-265p.html>>. Acessado em: Agosto de 2017.

WEG. Disponível em:< <http://www.weg.net/institutional/BR/pt/solutions/solar-energy>>. Acessado em: Julho de 2017.

APÊNDICE A – FLUXO DE CAIXA

Fluxo de caixa é uma ferramenta que controla a movimentação financeira (as entradas e saídas de recursos financeiros), em um período determinado, de uma empresa.

Abaixo se encontra o fluxo de caixa para o projeto desenvolvido no estágio.

t	Ano	Tarifa[R\$/kWh]	Economia Mensal	Economia Anual	Valor Presente	Saldo	Fluxo Desc.
0				-374944.21	-374944.21	-374944.21	-374944.21
1	2018	0.3437	2317.61	27811.30	25668.50	-347132.91	25668.50
2	2019	0.3660	2468.25	29619.04	27336.95	-317513.87	25230.69
3	2020	0.3898	2628.69	31544.28	29113.85	-285969.59	24800.35
4	2021	0.4151	2799.55	33594.65	31006.25	-252374.94	24377.35
5	2022	0.4421	2981.53	35778.31	33021.66	-216596.63	23961.57
6	2023	0.4708	3175.32	38103.90	35168.07	-178492.73	23552.88
7	2024	0.5014	3381.72	40580.65	37453.99	-137912.08	23151.16
8	2025	0.5340	3601.53	43218.39	39888.50	-94693.69	22756.29
9	2026	0.5688	3835.63	46027.59	42481.25	-48666.10	22368.15
10	2027	0.6057	4084.95	49019.38	45242.53	353.28	21986.64
11	2028	0.6451	4350.47	52205.64	48183.30	52558.92	21611.63
12	2029	0.6870	4633.25	55599.01	51315.21	108157.93	21243.02
13	2030	0.7317	4934.41	59212.94	54650.70	167370.87	20880.70
14	2031	0.7792	5255.15	63061.78	58203.00	230432.65	20524.55
15	2032	0.8299	5596.73	67160.80	61986.19	297593.45	20174.48
16	2033	0.8838	5960.52	71526.25	66015.30	369119.71	19830.38
17	2034	0.9413	6347.95	76175.46	70306.29	445295.17	19492.15
18	2035	1.0025	6760.57	81126.86	74876.20	526422.03	19159.69
19	2036	1.0676	7200.01	86400.11	79743.15	612822.14	18832.90
20	2037	1.1370	7668.01	92016.12	84926.46	704838.26	18511.68
21	2038	1.2109	8166.43	97997.16	90446.68	802835.42	18195.95
22	2039	1.2896	8697.25	104366.98	96325.71	907202.40	17885.59
23	2040	1.3735	9262.57	111150.83	102586.88	1018353.23	17580.53
24	2041	1.4627	9864.64	118375.64	109255.03	1136728.87	17280.68
25	2042	1.5578	10505.84	126070.05	116356.61	1262798.93	16985.94
				VPL	110568.63		
				TIR	11.63%		
				Payback	10.0		

ANEXO A - ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

Os módulos fornecidos nos kits da WEG são do fabricante Canadian modelo CS6P de 260Wp. Sua folha de dados se encontra abaixo.





*Black frame product can be provided upon request.

CS6P-260 | 265P

High quality and reliability in all Canadian Solar modules is ensured by 14 years' experience in module manufacturing, well-engineered module design, stringent BOM quality testing, an automated manufacturing process and 100% EL testing.

KEY FEATURES

-  Excellent module efficiency up to 16.47%
-  Outstanding low irradiance performance: 96.5%
-  Positive power tolerance up to 5 W
-  No. 1 PTC High PTC rating up to 92.0%
-  IP67 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 5400 Pa wind load up to 2400 Pa
-  Salt mist, ammonia and blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments

25 years insurance-backed warranty
non-cancelable, immediate warranty insurance
linear power output warranty

10 years product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
ISO/TS 16949:2009 / The automotive industry quality management system
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / JET / SII / CEC AU / INMETRO / CQC
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
PV CYCLE (EU) / UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1







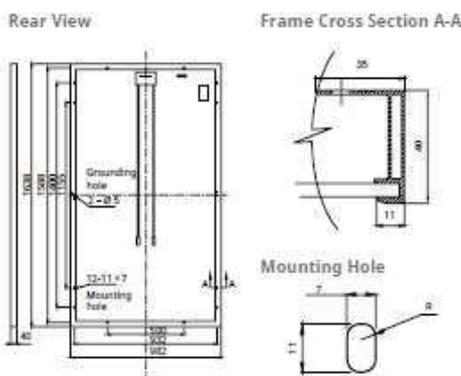



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

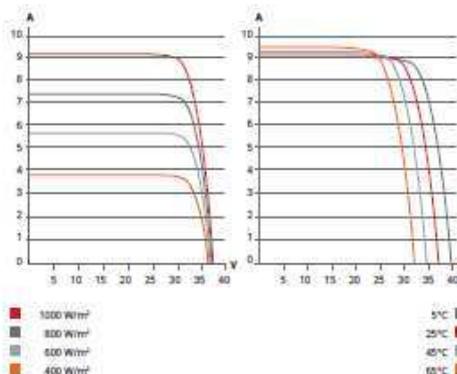
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading manufacturer of solar modules and PV project developer with about 10 GW of premium quality modules deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

MODULE / ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6P-260P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

Electrical Data CS6P	260P	265P
Nominal Max. Power (P _{max})	260 W	265 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	30.4 V	30.6 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	8.56 A	8.66 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	37.5 V	37.7 V
Short Circuit Current (I _{sc})	9.12 A	9.23 A
Module Efficiency	16.16%	16.47%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C	
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)	
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)	
Max. Series Fuse Rating	15 A	
Application Classification	Class A	
Power Tolerance	0 ~ + 5 W	

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NOCT*

Electrical Data CS6P	260P	265P
Nominal Max. Power (P _{max})	189 W	192 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	27.7 V	27.9 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	6.80 A	6.88 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	34.5 V	34.7 V
Short Circuit Current (I _{sc})	7.39 A	7.48 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Industry leading performance at low irradiance, average 96.5% relative efficiency from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

MODULE | MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6x10)
Dimensions	1638x982x40 mm (64.5x38.7x1.57 in)
Weight	18 kg (39.7 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm² (IEC) or 4 mm² & 12 AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in) (650 mm (25.6 in) is optional)
Connectors	Friends PV2a (IEC), Friends PV2b (IEC / UL)
Standard	26 pieces, 515 kg (1135.4 lbs)
Packaging	(quantity & weight per pallet)
Module Pieces per Container	728 pieces (40' HQ)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.41% / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.31% / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.053% / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C

PARTNER SECTION



Scan this QR code to discover solar projects built with this module.



Os inversores fornecidos nos kits são String SIW500 de 25kW da WEG. Sua folha de dados se encontra abaixo.

Geração Distribuída

Para aplicações residenciais, comerciais, estacionamentos e indústrias, a WEG oferece as linhas de inversores solares SIW300 e SIW500. Prontas para atender diversas potências, apresentam a solução ideal para os mais variados locais e condições de instalação.



Inversor String SIW500

Modelo	SIW500 ST010	SIW500 ST012	SIW500 ST015	SIW500 ST020	SIW500 ST025
Entrada (CC)					
Tensão máxima	1.000 V				
Faixa de tensão MPPT	370...800 V	440...800 V	360...800 V	320...800 V	390...800 V
Tensão nominal	580 V				
Corrente máxima / por string	18 / 10 A		40 / 12,5 A	33 / 33 A	
Número de MPPTs / Strings por MPPT	2 / 2		2 / A-5, B-1	2 / 3	
Saída (CA)					
Potência nominal	10.000 W	12.000 W	15.000 W	20.000 W	25.000 W
Tensão nominal	380 V				
Faixa de tensão	160-280 V			180-280 V	
Frequência da rede	60 Hz				
Corrente máxima	14,5 A	17,4 A	24 A	29 A	36,2 A
Eficiência máxima	98%	98,3 %	98,2%	98,4%	98,3%
Dados gerais					
Dimensões (C / A / L) em mm	470 / 730 / 240		665 / 690 / 265	661 / 682 / 264	
Massa	37 kg	38 kg	59 kg	61 kg	
Faixa de temperatura de operação	-25...+60 °C				
Grau de proteção (IEC 60529)	IP65				
Categoria climática (IEC 60721-3-4)	4K4H				
Topologia	Transformless				
Refrigeração	Optical				
Ruído	40 dB			51 dB	
Comunicação	Bluetooth / Ethernet				

Inversor Monofásico SIW300

Modelo	SIW300 M015	SIW300 M025	SIW300 M050
Entrada (CC)			
Tensão máxima	600 V		
Faixa de tensão MPPT	160...500 V	260...500 V	175-500 V
Tensão nominal	360 V		
Corrente máxima / por string	10 A		
Número de MPPTs / Strings por MPPT	1 / 1		
Saída (CA)			
Potência nominal	1.500 W	2.500 W	4.600 W
Tensão nominal	220V		
Faixa de tensão	180-280V		
Frequência da rede	60 Hz		
Corrente máxima	7 A	11 A	22 A
Eficiência máxima	97,2%		
Dados gerais			
Dimensões (C / A / L) em mm	460 / 357 / 122		490 / 519 / 185
Massa	9,2 kg		26 kg
Faixa de temperatura de operação	-40...+60 °C		
Grau de proteção (IEC 60529)	IP65		
Categoria climática (IEC 60721-3-4)	4K4H		
Topologia	Transformless		
Refrigeração	Convecção natural		
Ruído	<25 dB		
Garantia	Wi-Fi / Ethernet		Bluetooth / Ethernet

ANEXO B – ESPECIFICAÇÃO DO KIT

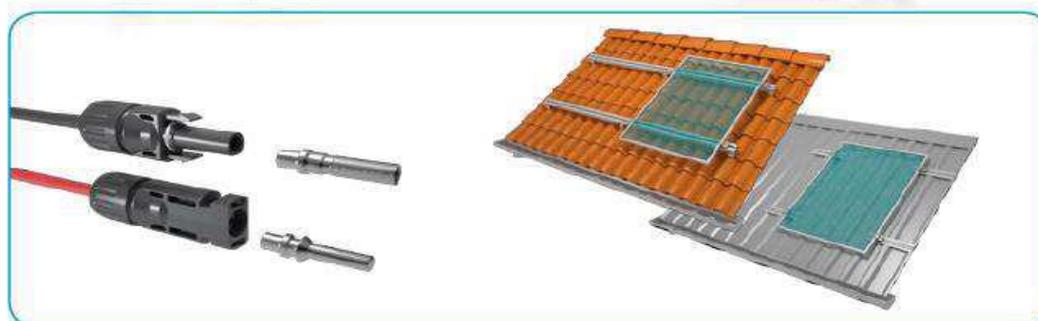


Geração Distribuída

Em parceria com integradores de sistemas fotovoltaicos, a WEG distribui kits de geração distribuída em todo o país, assim como oferece atendimento e suporte imediato para clientes e buscam investir em novas instalações e/ou manutenção de sistemas já instalados.

Composição do Kit

- Módulos fotovoltaicos de silício policristalino
- Inversor monofásico/trifásico
- Estruturas metálicas de fixação
- Minidisjuntor MDW
- Dispositivo de proteção contra surtos (DPS) SPW
- Pares de conectores MC4
- Cabo solar especial (vermelho e preto)



Kits Monofásicos

Potência kit	Inversor	Módulo	Estrutura metálica	Cabo solar 6 mm (PT e VM)	Par de conectores MC4	DPS (SPW275-20)	Disjuntor
1,82	SW300 1,5 kW	7 x 260 Wp	01 x conjunto de 3,1 m 01 x conjunto de 4,1 m	30 metros	2	3W	01 x MDW-B19-2
3,12	SW300 2,5 kW	12 x 260 Wp	02 x conjunto de 4,1 m	30 metros	2	3	01 x MDW-B19-2
5,72	SW300 5 kW	22 x 260 Wp	02 x conjunto de 3,1 m 04 x conjunto de 4,1 m	60 metros	3	3	01 x MDW-B32-2

Kits Trifásicos

Potência kit	Inversor	Módulo	Estrutura metálica	Cabo solar 6 mm (PT e VM)	Par de conectores MC4	DPS (SPW275-20)	Disjuntor
12,48	SW500 10 kW	48 x 260 Wp	12 x conjunto de 4,1 m	90 metros	4	3	01 x MDW-B20-3
14,02	SW500 12 kW	57 x 260 Wp	03 x conjunto de 3,1 m 12 x conjunto de 4,1 m	90 metros	4	3	01 x MDW-B25-3
18,36	SW500 15 kW	72 x 260 Wp	18 x conjunto de 4,1 m	120 metros	5	3	01 x MDW-B32-3
24,96	SW500 20 kW	96 x 260 Wp	24 x conjunto de 4,1 m	180 metros	7	3	01 x MDW-B40-3
31,2	SW500 25 kW	120 x 260 Wp	30 x conjunto de 4,1 m	180 metros	7	3	01 x MDW-B50-3

ANEXO C – RELATÓRIO PVSOL

Data da proposta: 07/09/2017

Responsável: Ana Carolina dos Reis Medeiros
Empresa: Inserir em Opções > Dados do usuário.

Sistema Fotovoltaico

Resultados da simulação

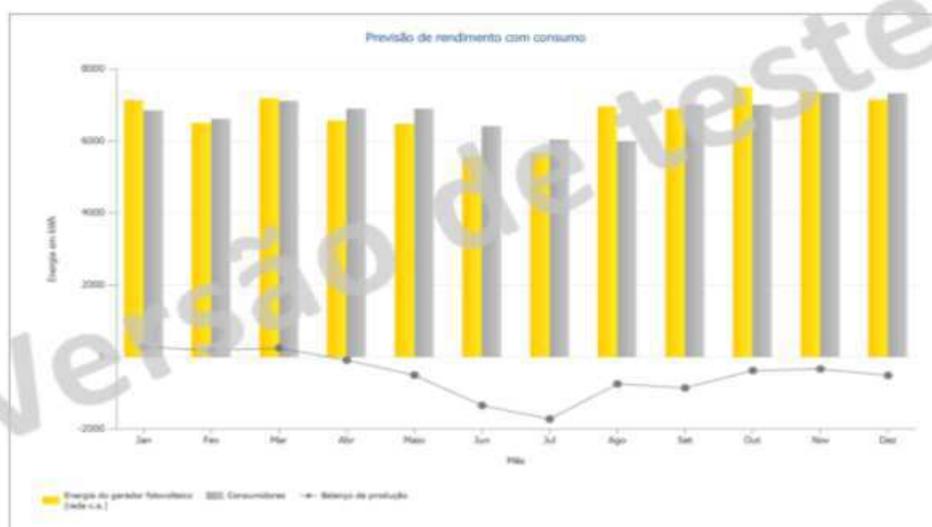
Sistema fotovoltaico

Potência do gerador fotovoltaico	49.9 kWp
Rendimento anual específico	1,621.29 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	80.6 %

Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)	80,935 kWh/Ano
Limitação no ponto de injeção	0 kWh/Ano
Emissões de CO ₂ evitadas	48,561 kg/ano

Consumidores

Consumidores	81,440 kWh/Ano
Consumo em espera	7 kWh/Ano
Consumo total	81,447 kWh/Ano
Consumo da rede	512.8 kWh
Fração solar	99.4 %

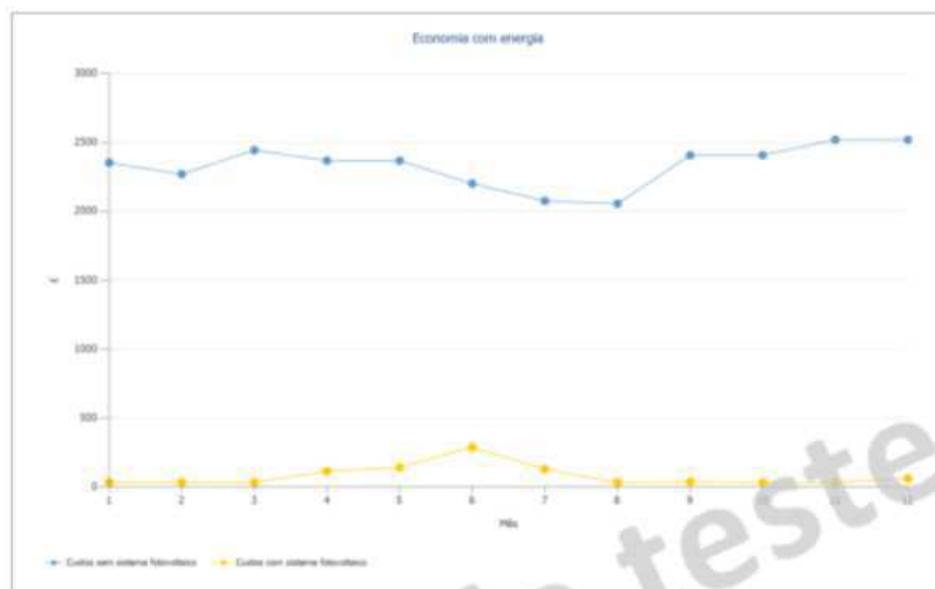


Nota: Previsão de rendimento com consumo

Data da proposta: 07/09/2017

Responsável: Ana Carolina dos Reis Medeiros
Empresa: Inserir em Opções > Dados do usuário.

Sistema Foto voltaico



Rqura: Economia com energia

Versão de teste

Data da proposta: 07/09/2017

Responsável: Ana Carolina dos Reis Medeiros
Empresa: Inserir em Opções > Dados do usuário.

Sistema Fotovoltaico

Conta de energia

Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Consumo	6847.0	6605.0	7112.0	6890.0	6889.0	6406.0
Produção de energia	7128.8	6505.2	7176.5	6556.1	6473.6	5561.9
Saldo	-281.8	99.8	-64.5	333.9	415.4	844.1
Fatura	100.0	100.0	100.0	333.9	415.4	844.1
Perda devido à quantidade mínima	100.0	0.2	100.0	0.0	0.0	0.0
Economia	6747.0	6505.0	7012.0	6556.1	6473.6	5561.9
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	2353.0	2269.9	2444.1	2367.8	2367.5	2201.5
Custos com sistema fotovoltaico	34.4	34.4	34.4	114.8	142.7	290.1
Economia	2318.7	2235.5	2409.7	2253.1	2224.7	1911.4

Valores em €
As taxas de depreciação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo do projeto, começando logo no primeiro ano.

Nome	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Consumo	6040.0	5981.0	7003.0	7006.0	7332.0	7329.0
Produção de energia	5662.6	6954.5	6891.3	7489.5	7375.1	7148.2
Saldo	377.4	-977.5	111.7	-483.5	-43.1	180.8
Fatura	377.4	100.0	111.7	100.0	100.0	180.8
Perda devido à quantidade mínima	0.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0
Economia	5662.6	5881.0	6891.3	6906.0	7232.0	7148.2
Valores em kWh						
Custos sem sistema fotovoltaico	2075.7	2055.4	2406.7	2407.7	2519.7	2518.7
Custos com sistema fotovoltaico	129.7	34.4	38.4	34.4	34.4	62.1
Economia	1946.0	2021.1	2368.3	2373.3	2485.3	2456.6

Valores em €
As taxas de depreciação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo do projeto, começando logo no primeiro ano.

Nome	Soma
Consumo	81440.00
Produção de energia	80927.40
Saldo	512.60
Fatura	2863.30
Perda devido à quantidade mínima	500.20
Economia	78576.70
Valores em kWh	
Custos sem sistema fotovoltaico	27987.70

Data da proposta: 07/09/2017

Responsável: Ana Carolina dos Reis Medeiros
Empresa: Inserir em Opções > Dados do usuário.

Sistema Fotovoltaico

Módulo fotovoltaico: CS6P-260P	
Fabricante	Canadian Solar Inc.
Disponível	Sim
Dados elétricos	
Tipo de célula	Si policristalino
Exige inversor com transformador	Não
Número de células	60
Número de diodos de desvio	3
Dados mecânicos	
Largura	982 mm
Altura	1638 mm
Profundidade	40 mm
Largura da moldura	35 mm
Peso	18 kg
Com moldura	Não
Características U-I sob STC	
Tensão PMP	30.4 V
Corrente PMP	8.56 A
Potência nominal	260 W
Tensão de circuito aberto	37.5 V
Corrente de curto-circuito	9.12 A
Aumento da tensão de circuito aberto até estabilização	0 %
Características em carga parcial U-I	
Fonte dos valores	Fabricante/próprio
Irradiação	200 W/m ²
Tensão PMP com carga parcial	29.6392 V
Corrente PMP com carga parcial	1.6996 A
Tensão de circuito aberto com carga parcial	34.9307 V
Corrente de curto-circuito com carga parcial	1.8247 A
Misc	
Coefficiente de tensão	-115.88 mV/K
Coefficiente de corrente	-4.83 mA/K
Coefficiente de potência	-0.41 %/K
Fator de correção do ângulo	99 %
Tensão máxima do sistema	1000 V
Capacidade térmica esp.	920 J/(kg*K)
Coefficiente de absorção	70 %
Coefficiente de emissão	85 %

Data da proposta: 07/09/2017

Responsável: Ana Carolina dos Reis Medeiros
Empresa: Inserir em Opções > Dados do usuário.

Sistema Fotovoltaico

Inversor: BNT025KTLFabricante: Afore New Energy Technology
Disponível: Sim**Dados elétricos**

Potência nominal c.c.	25.8 kW
Potência nominal c.a.	25 kW
Potência c.c. máx.	25.8 kW
Potência c.a. máx.	25.16 kW
Consumo em espera	7 W
Consumo noturno	0.1 W
Injeção a partir de	24 W
Corrente de entrada máx.	55 A
Tensão de entrada máx.	850 V
Tensão nominal c.c.	620 V
Quantidade de fases de injeção	3
Quantidade de entradas c.c.	12
Com transformador	Não
Alteração da eficiência se a tensão de entrada se desviar da tensão nominal	0.99 %/100V

Seguidor PMP

Potência de saída < 20% da potência nominal	98.9 %
Potência de saída > 20% da potência nominal	99.9 %
Quantidade de seguidores es PMP	2
Corrente de entrada máx. por seguidor PMP	27.5 A
Potência de entrada máx. por seguidor PMP	12.9 kW
Tensão mín. do PMP	300 V
Tensão máx. PMP	800 V

