

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

LAÉCIO HENRIQUE MAURIZ RODRIGUES

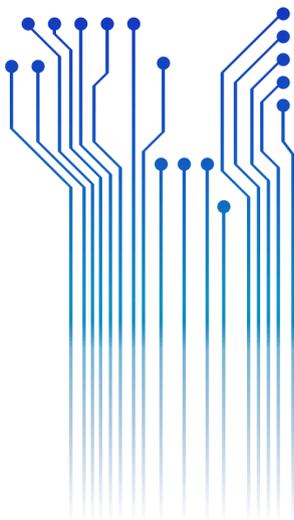


Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
SOLAR NOBRE



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
2021

LAÉCIO HENRIQUE MAURIZ RODRIGUES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: **SOLAR NOBRE**

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à  
Coordenadoria 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.*

Orientador:

Professor Ronimack Trajano de Souza, D. Sc.

Campina Grande, 2021.

LAÉCIO HENRIQUE MAURIZ RODRIGUES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: **SOLAR NOBRE**

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à  
Coordenadoria 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: Energias Renováveis e Instalações Elétricas

Aprovado em 07/06 / 2021

**Professor Avaliador Luiz Augusto Medeiros Martins Nobrega, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Ronimack Trajano de Souza, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais,  
Rosinalva e Henrique, que sempre me  
incentivaram em todos os meus planos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso, e por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para concluir este trabalho.

A minha mãe, Rosinalva, que sempre me incentivou e apoiou de todas as formas possíveis. Por acreditar nos meus sonhos junto comigo e estar do meu lado em todas as situações.

Ao meu pai, Henrique, pelo seu exemplo de honestidade e disposição para execução de todos os trabalhos impostos.

A minha irmã, Maria Eduarda, que sempre acreditou e me deu forças para seguir com meu sonho.

A minha futura esposa, Lizandra, por ser minha força em Campina Grande, onde estive longe de minha família. Por seu amor, carinho e sua forma alegre e otimista que foram essenciais nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador Ronimack, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

Agradeço também a toda minha família e amigos, que com todo carinho e apoio compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização desta etapa.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“A vida aqui só é ruim  
Quando não chove no chão  
Mas se chover dá de tudo  
Fartura tem de montão  
Tomara que chova logo  
Tomara, meu Deus, tomara  
Só deixo o meu Cariri  
No último pau-de-arara  
Só deixo o meu Cariri  
No último pau-de-arara.”*

José Guimarães.

## RESUMO

Esse trabalho relata as atividades realizadas pelo aluno Laécio Henrique Mauriz Rodrigues, durante o estágio supervisionado, realizado na empresa Solar Nobre, localizada em Campina Grande – PB. As principais atividades desenvolvidas dizem respeito à elaboração de projetos de sistemas fotovoltaicos e instalações elétricas. O estágio foi realizado no período entre março de 2021 e maio de 2021, com a orientação do professor Ronimack Trajano de Souza e supervisão do engenheiro eletricista Antônio Fernando dos Santos Neto.

**Palavras-chave:** Estágio supervisionado, Solar Nobre, energia solar, instalações elétricas.

## ABSTRACT

This work reports the activities carried out by the student Laécio Henrique Mauriz Rodrigues, during the period of supervised internship at the company Solar Nobre. The company is located in Campina Grande - PB. The main activities carried out relating to the elaboration of projects for photovoltaic systems and electrical installations. The internship was carried out between march 2021 and may 2021, with the guidance of Professor Ronimack Trajano de Souza and supervision of the electrical engineer Antônio Fernando dos Santos Neto.

**Keywords:** Supervised internship, Solar Nobre, solar energy, electrical installations.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fotografia da fachada da Solar Nobre.....	13
Figura 2 – Fotografias do ambiente interno da empresa Solar Nobre.....	14
Figura 3 – Variação da geração de energia de acordo com as condições climáticas.....	15
Figura 4 – Módulo fotovoltaico.....	16
Figura 5 – Curvas I-V e P-V. ....	17
Figura 6 – Funcionamento de um sistema <i>off-grid</i> .....	19
Figura 7 – Funcionamento do sistema fotovoltaico <i>on-grid</i> .....	21
Figura 8 – Kit fotovoltaico.....	21
Figura 9 – <i>Banner</i> para redes sociais.....	24
Figura 10 – Oferta de terceirização de serviços.....	24
Figura 11 – Fachada frontal.....	26
Figura 12 – Diagrama Unifilar do cliente do bairro Serrotão.....	27
Figura 13 – Módulos fotovoltaicos em telhas de fibrocimento.....	28
Figura 14 – Processo de instalação do sistema.....	29
Figura 15 – Placa de advertência.....	31
Figura 16 – Plataforma da distribuidora Solar Livre.....	32
Figura 17 – Plataforma do distribuidor Aldo Solar.....	33
Figura 18 – Plataforma da distribuidora Sices Solar.....	33

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sistemas Projetados.....	25
Tabela 2 – Dados técnicos dos equipamentos.....	27
Tabela 3 – Ajustes recomendados das proteções na parametrização do inversor.....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
GD	Geração Distribuída
HSP	Horas de Sol Pleno
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
NDU	Norma de Distribuição Unificada
NR	Norma Regulamentadora
REN	Resolução Normativa
SFCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede
SFI	Sistemas Fotovoltaicos Isolado
UC	Unidade Consumidora

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
1.1	Objetivos.....	14
1.2	Organização do texto.....	14
2	Fundamentação Teórica.....	15
2.1	Energia Solar Fotovoltaica.....	15
2.1.1	Painel Fotovoltaico.....	16
2.1.2	Inversor de Frequência.....	18
2.2	Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.....	19
2.2.1	Funcionamento de um Sistema <i>off-grid</i> .....	19
2.2.2	Funcionamento de um Sistema <i>on-grid</i> .....	20
2.3	Resolução Normativa (REN) nº 687/2015.....	22
2.4	Norma de Distribuição Unificada (NDU) 013.....	23
3	Atividades Desenvolvidas.....	23
3.1	Marketing Digital.....	23
3.2	Projetos de Sistemas Fotovoltaicos <i>On-grid</i> .....	25
3.2.1	Projeto Fotovoltaico de uma Residência em Campina Grande - PB.....	26
3.3	Parametrização dos Inversores.....	31
3.4	Orçamentos.....	32
4	Conclusão.....	35
	Referências.....	36
	ANEXO A – Formulário de Solicitação de Acesso para Microgeração Distribuída (até 10 kW).....	37
	ANEXO B – Memorial Técnico para Projeto Elétrico de Geração Distribuída (GD) Solar.....	38
	ANEXO C – Modelo de Proposta Comercial.....	40
	APÊNDICE A – Parametrização do Inversor Renovigi.....	41
	APÊNDICE B – Projeto de um Sistema Fotovoltaico.....	44

# 1 INTRODUÇÃO

Este relatório aborda as atividades realizadas durante o estágio supervisionado, realizado no setor de engenharia da empresa Solar Nobre, durante o período compreendido entre 01 de março e 26 de maio, ano de 2021, com carga horária de 20 horas semanais, totalizando 248 horas, sob a supervisão do engenheiro electricista Antônio Fernando dos Santos Neto.

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram direcionadas à elaboração de projetos de energia solar fotovoltaica, destacando-se a elaboração do *layout* dos projetos e o preenchimento de documentos técnicos para envio para a concessionária de energia, participação na instalação dos sistemas, acompanhamento de obras e auxílio na instalação dos sistemas.

A Solar Nobre é uma empresa que elabora projetos e executa obras de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (*on-grid*) e sistemas fotovoltaicos isolados (*off-grid*). A empresa está situada na rua Dom Pedro II, nº 250, Loja 4, Bairro da Prata em Campina Grande, na Paraíba. Registrada como microempresa, a empresa já possui filial na cidade Catolé do Rocha – PB e vem crescendo consideravelmente como integrador fotovoltaico.

O setor de engenharia conta com um engenheiro e alguns estagiários do curso de Engenharia Elétrica e Engenharia de Energias Renováveis. Na Figura 1 é apresentada uma fotografia da fachada da empresa, e na Figura 2 uma fotografia do seu ambiente interno.

Figura 1 – Fotografia da fachada da Solar Nobre.



Fonte: Próprio autor.

Figura 2 – Fotografias do ambiente interno da empresa Solar Nobre.



Fonte: Próprio autor.

## 1.1 OBJETIVOS

Durante o período de duração do estágio supervisionado foram realizadas as seguintes atividades:

- Elaboração de Marketing digital da empresa;
- Projetos fotovoltaicos e projetos de instalações elétricas;
- Instalação de sistemas fotovoltaicos;
- Acompanhamento de obras.

## 1.2 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O documento está dividido em 4 capítulos. O capítulo 1 é introdutório, contextualiza o trabalho, descreve o local do estágio, define os objetivos e apresenta a organização do Relatório.

No capítulo 2 é realizada a fundamentação teórica, são abordados temas indispensáveis para a compreensão das atividades desenvolvidas durante o estágio e a elaboração deste relatório.

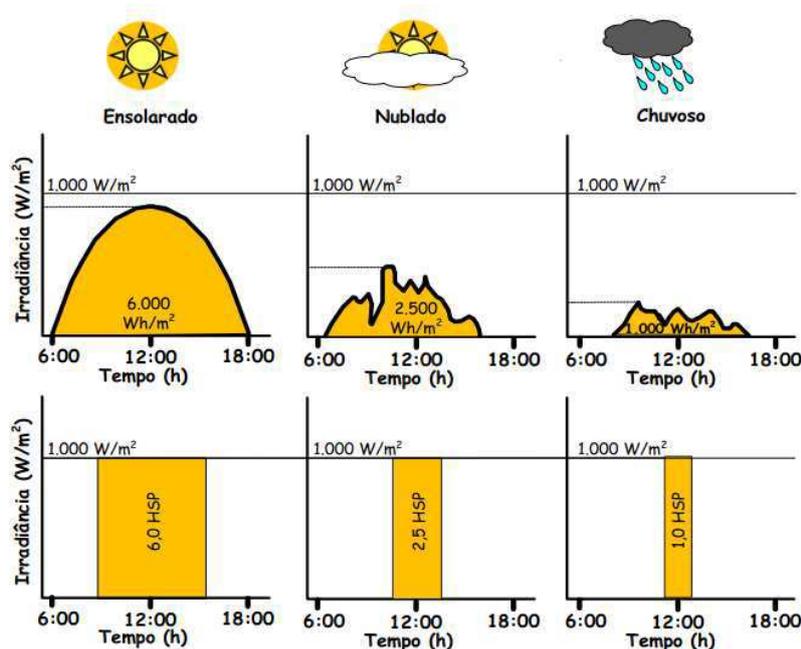
No capítulo 3 são apresentadas as atividades desenvolvidas, onde são descritas as atividades desempenhadas pelo estagiário, executadas de acordo com a instrução e aprovação das soluções obtidas pelos supervisores. Por último, o capítulo 4 contém a conclusão, onde são apresentadas as considerações finais sobre este trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é a energia elétrica produzida a partir de luz solar, a qual é diretamente proporcional a intensidade de radiação solar, ou seja, quanto menor a irradiância menor a quantidade de energia elétrica que pode ser gerada. Na parte superior da Figura 3 são apresentadas ilustrações que apresentam a correlação entre a quantidade de energia produzida e as condições climáticas. Na parte inferior da Figura 3 é representada a quantidade de energia produzida para uma irradiância fixa de  $1.000 \text{ W/m}^2$ , em função do número de horas de sol pleno (HSP) registrado em um dia.

Figura 3 – Variação da geração de energia de acordo com as condições climáticas.



Fonte: (MACENA; MARCATO, 2016).

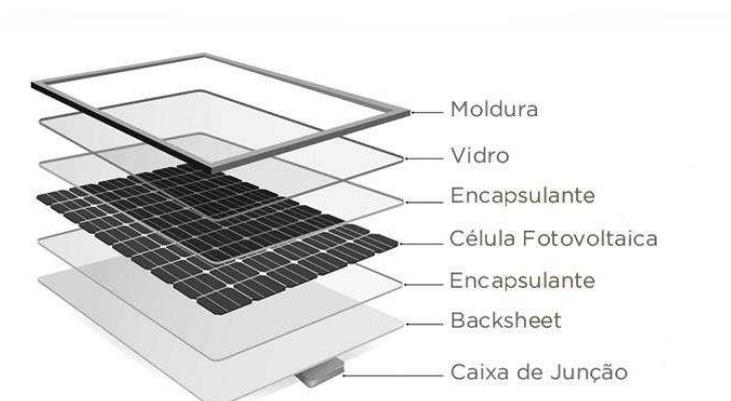
Os sistemas fotovoltaicos são constituídos por painéis fotovoltaicos (conjunto de módulos) e mecanismos de condicionamento de potência (inversores de frequência). A seguir são detalhadas as características e funcionalidades desses equipamentos.

### 2.1.1 PAINEL FOTOVOLTAICO

Produzir eletricidade através da energia solar não é exatamente uma novidade. Em 1839 Edmond Becquerel, um físico francês, observou que duas placas de latão imersas em um eletrólito líquido produziam eletricidade quando expostas à luz solar (SMESTAD, 2002). Esse fenômeno foi denominado de efeito fotovoltaico, o qual ocorre pela absorção da luz solar através dos fótons, por uma célula fotovoltaica, os elétrons começam a se movimentar quando a energia dos fótons da luz é transferida para eles, gerando assim, uma corrente elétrica contínua (AQUINO; SILVA, 2019).

O conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre si e protegidas por um invólucro conforme ilustrado na Figura 4, compõem o módulo fotovoltaico ou placa solar fotovoltaica. Esse equipamento é essencial para a conversão da energia solar em energia elétrica em sistemas fotovoltaicos.

Figura 4 – Módulo fotovoltaico.



Fonte: Portal Solar<sup>1</sup>.

A eficiência de um módulo é baseada na área total que recebe a radiação solar. Segundo Jesus (2020), a maioria dos módulos utilizados no mercado brasileiro tem uma eficiência entre 20% e 22%.

A capacidade de geração de energia de cada módulo está diretamente relacionada as curvas I-V e P-V, conforme a Figura 5. A curva I-V relaciona a corrente e a tensão de saída do módulo, a curva P-V representa a relação entre a potência e a tensão de saída do

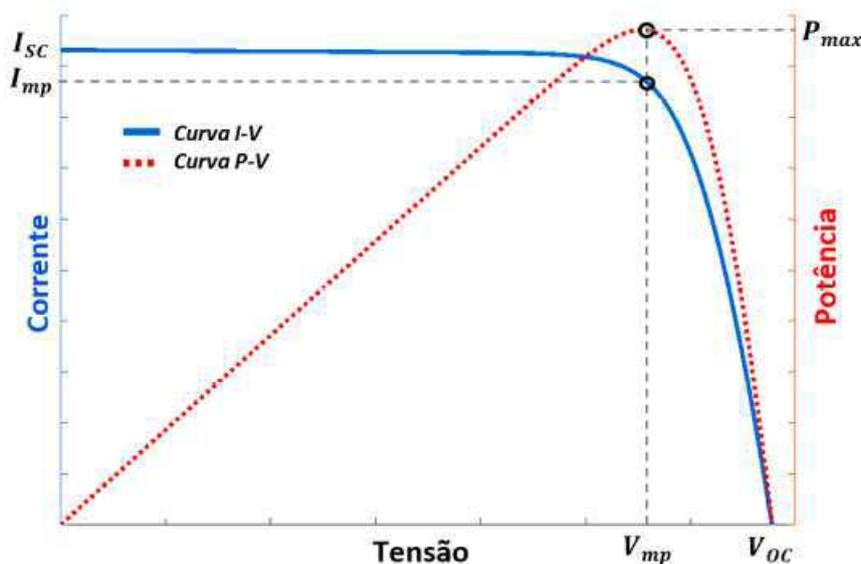
---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em 25 de abril de 2021.

módulo. A obtenção dessas curvas é realizada por meio de medições em laboratório com ambiente controlado, com determinadas condições de irradiação e temperatura. A partir dessa curva é possível obter os principais parâmetros elétricos de interesse, segundo VILLALVA, (2019), são eles:

- Corrente de curto circuito –  $I_{sc}$ : Máxima corrente que o módulo pode fornecer quando curto circuitado os terminais positivo e negativo;
- Tensão de circuito aberto –  $V_{oc}$ : Máxima tensão que o módulo atinge e ocorre quando há ausência de carga conectada a ele;
- Corrente de máxima potência –  $I_{mp}$ : Corrente gerada pelo módulo quando este opera em máxima potência;
- Tensão de máxima potência –  $V_{mp}$ : Tensão que o módulo apresenta em seus terminais operando em máxima potência;
- Potência máxima ou potência de pico –  $P_{max}$ : É o ponto de máxima potência do módulo.

Figura 5 – Curvas I-V e P-V.



Fonte: (ARAÚJO; LOPES; MOREIRA, 2020).

O ponto de potência máxima de um módulo, como mencionado, é obtido sob circunstâncias controladas. Portanto, vale salientar que em instalações usuais onde o módulo está exposto às diversidades do ambiente, como temperatura e irradiação, esse ponto de operação torna-se difícil de ser obtido.

A associação dos módulos fotovoltaicos constitui o painel fotovoltaico, essa associação se faz necessária para fins de geração onde almeja-se atingir níveis de

conversão de energia compatíveis com a aplicação. A associação de módulos fotovoltaicos pode ser efetuada por meio do estabelecimento de conexões em série, paralelo ou mista, obtendo assim diferentes valores de tensão ou corrente. A associação de um conjunto de módulos em série é denominada de *string*, nesse tipo de associação a série de módulos compartilham de um mesmo nível de corrente, enquanto que as tensões de cada módulo se somam.

### 2.1.2 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

O inversor de frequência utilizado em sistemas fotovoltaicos é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada (CA) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (CC). Essa energia pode ser proveniente, por exemplo, de baterias, células a combustível ou módulos fotovoltaicos. A tensão CA de saída deve ter amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados às cargas a serem alimentadas e no caso de sistemas conectados à rede elétrica a tensão de saída do inversor deve ser sincronizada com a tensão da rede (PINHO; GALDINO, 2014).

O condicionamento da energia convertida pelos módulos fotovoltaicos é realizado por meio dos inversores. Uma função muito importante que a maioria dos inversores possui é o rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT – *Maximum Power Point Tracking*). O MPPT assegura que instantaneamente o inversor extraia máxima potência dos módulos fotovoltaicos, variando o valor de sua tensão de operação até o ponto em que o resultado da multiplicação da tensão com a corrente forneça a maior potência naquele determinado momento.

Há uma grande quantidade de tipos de inversores em função das singularidades de suas aplicações. No caso de sistemas fotovoltaicos, os inversores podem ser divididos em duas categorias quanto à aplicação: Sistemas Fotovoltaicos Isolados (SFIs) e Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCRs). Os princípios de funcionamento para ambas as aplicações são similares, no entanto, os inversores utilizados em SFCRs possuem padrões específicos para atender às exigências das concessionárias de distribuição em termos de segurança e qualidade da energia injetada na rede.

## 2.2 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

### 2.2.1 FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA *OFF-GRID*

O sistema de energia solar *off-grid*, é utilizado de forma que a energia elétrica por ele produzida não é inserida na rede elétrica pública. Essa topologia de sistema é principalmente utilizada em locais remotos, onde não há a disponibilidade da rede elétrica pública.

A operação desse sistema ocorre da seguinte maneira:

1. Capta-se luz solar por meio dos módulos solares fotovoltaicos e há a conversão em tensão contínua;
2. A corrente contínua circula pelo controlador de carga. O controlador de carga direciona a corrente para um banco de baterias de maneira adequada, evitando sobrecargas ou descargas exageradas;
3. As baterias armazenam a energia para que esta possa ser utilizada durante à noite ou em dias chuvosos;
4. O inversor converte a energia fornecida pelas baterias de contínua para alternada. Permitindo o fornecimento de energia para os aparelhos elétricos da residência.

Na Figura 6 é apresentado o arranjo dos componentes de um sistema *off-grid*.

Figura 6 – Funcionamento de um sistema *off-grid*.



Fonte: Neo Solar<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

Os sistemas *off-grid* também são utilizados para realizar bombeamento de água, para esse tipo de aplicação as baterias, como sistema de armazenamento de energia, podem ser substituídas por um reservatório de água. Assim, é armazenada energia na forma potencial gravitacional, reduzindo os custos com a aquisição e manutenção de um banco de baterias.

### 2.2.2 FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA *ON-GRID*

O sistema de energia solar conectado à rede (*on-grid*) permanece ligado à rede de distribuição, transferindo o excedente gerado para a distribuidora. Seu funcionamento baseia-se da seguinte forma (PORTALSOLAR, 2021):

1. Capta-se luz solar por meio dos módulos solares fotovoltaicos e há a conversão em tensão contínua;
2. A corrente contínua circula pelo inversor solar conectado à rede e é transformada em corrente alternada (CA);
3. O fluxo de energia em instalações com sistema *on-grid* pode ocorrer das seguintes formas:
  - a. Uma parcela da corrente CA será utilizada pelos aparelhos elétricos do imóvel, caso a geração seja maior que a demanda requerida pela unidade consumidora. Neste caso, o excedente é transferido para a rede elétrica pública;
  - b. A totalidade da corrente CA será utilizada pelos aparelhos elétricos do imóvel, caso a geração seja menor que a demanda requerida pela unidade consumidora. Neste caso, há um complemento de energia elétrica por parte da rede elétrica pública;
  - c. Em períodos de ausência de geração, caso o sistema seja desligado ou durante a noite, quando não há geração. A demanda de energia da unidade consumidora é realizada pela rede elétrica pública.
4. Por fim, será realizado o monitoramento objetivando a medição da geração de energia solar.

A Figura 7 apresenta uma síntese desse processo e os componentes do sistema fotovoltaico.

Figura 7 – Funcionamento do sistema fotovoltaico *on-grid*.



- 1 – Painel fotovoltaico;
- 2 – Inversor de frequência;
- 3 – Aparelhos elétricos da unidade consumidora;
- 4 – Medidor de energia bidirecional.

Fonte: Adaptado de Sunergia<sup>3</sup>.

Na Figura 8 tem-se um exemplo de kit fotovoltaico da fornecedora de equipamentos Aldo Solar.

Figura 8 – Kit fotovoltaico.



Fonte: Aldo Solar<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://sunergia.com.br/blog/como-funciona-o-sistema-de-energia-eletrica-solar-sistema-fotovoltaico/>>. Acesso em: 31 mai. 2021.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/produto/126669-1/gerador-de-energia-solar-fronius-rosca-dupla-madeira-romagnole-aldo-solar-on-grid-gf-495kwp-phono-mono-perc-half-cell-450w-primo-5kw-2mppt-mono-220v>>. Acesso em: 04 jun. 2021.

## 2.3 RESOLUÇÃO NORMATIVA (REN) Nº 687/2015

A REN 687/2015 da ANEEL introduziu melhorias em relação à REN 482/2012 e ampliou ainda mais as oportunidades para o mercado de energia fotovoltaica no Brasil. Segue uma síntese dos principais pontos, de acordo com ANEEL:

- **Novos limites para microgeração e minigeração:** A redução de 100 kW para 75 kW colocou a microgeração dentro da potência máxima permitida para o "Grupo B", classe de consumidores em baixa tensão (até 75 kVA). Já o aumento da minigeração de 1MW para 5 MW viabilizou a instalação de plantas maiores, tornando a geração própria de energia com compensação de créditos viável para condomínios, organizações comerciais, industriais e outros empreendimentos que requerem maior potência;
- **Prazo de resposta da distribuidora:** Foi definido um prazo legal para distribuidora responder (emitir parecer) sobre a uma solicitação de acesso feita por um consumidor que deseje se integrar ao sistema de compensação. Não havendo pendências, o prazo é de 60 dias (Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST);
- **Padronização da solicitação de acesso:** A REN 687/2015 reduziu o tempo de concessão do acesso através da padronização dos formulários de solicitação, orientando as distribuidoras a seguirem um padrão. De 2015 até 2019 o tempo médio para acesso caiu de 180 para 51 dias;
- **Ampliação da validade dos créditos:** Os créditos de energia para compensação passaram a valer por 5 anos (60 meses). Após este período, se não forem compensados, eles expiram. No texto original da REN 482/2012 a validade era de apenas 36 meses. Os créditos expiram contando a partir do dia em que foram gerados;
- **Detalhamento da fatura:** A fatura de energia dos consumidores que geram energia própria por micro ou minigeração deve apresentar informações que permitam o acompanhamento da compensação de créditos;
- **Novas modalidades de geração distribuída:** Além de gerar e consumir energia elétrica no mesmo local, a REN 687/2015 autorizou três novas modalidades de geração distribuída: o autoconsumo remoto, a geração compartilhada e os empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras.

## 2.4 NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA (NDU) 013

Esta Norma estabelece os critérios e procedimentos técnicos exigidos pelas empresas do Grupo Energisa para a conexão de consumidores atendidos em baixa tensão que façam a adesão ao sistema de compensação de energia, em conformidade com as recomendações regulatórias existentes para o assunto no setor elétrico nacional.

São apresentados os procedimentos de acesso, padrões de projeto, critérios técnicos e operacionais e o relacionamento operacional, envolvidos na conexão de consumidores, atendidos em baixa tensão, que façam a adesão ao sistema de compensação de energia.

Os projetos devem ser aprovados pela concessionária, conforme rege a NDU 013 ENERGISA. Após a aprovação, os mesmos ficam aptos para serem realizados. Após a instalação, deverá ser encaminhado à concessionária o pedido de vistoria. Somente após a aprovação no momento da vistoria, o sistema será considerado homologado e poderá ser conectado à rede.

## 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades que serão descritas a seguir foram realizadas durante o período de estágio e estão em conformidade com os tópicos abordados no embasamento teórico.

### 3.1 MARKETING DIGITAL

Para o marketing da empresa algumas postagens foram criadas visando promover os serviços ofertados no portfólio da mesma, assim como os benefícios provenientes do uso da energia solar fotovoltaica. Na Figura 9 e na Figura 10 são exibidos alguns *designs* feitos pelo estagiário.

Figura 9 – Banner para redes sociais.



Fonte: Próprio autor.

Figura 10 – Oferta de terceirização de serviços.



Olá, tudo bem?

Eu sou Eduardo, da Solar Nobre, uma empresa de energia solar que busca oferecer uma variedade de serviços elétricos com a melhor relação custo x benefício x qualidade para nossos clientes.

Atualmente, minha ideia é poder ajudar também empresas nesse setor, oferecendo soluções benéficas para ambas as partes.

Como sabemos, nem sempre é fácil encontrar profissionais experientes que conheçam o ramo e ofereçam serviços de qualidade com agilidade e precisão.

É por isso que estou te contatando, para te oferecer uma parceria que só há ganhos para ambas as partes.

Você já pensou em terceirizar algum dos seus serviços, como a elaboração do projeto? Ao invés de pagar um alto valor por projetos individuais, nossa parceria visa oferecer tais serviços com maestria, responsabilidade e pontualidade, cobrando preços justos.

E aí, você tem necessidade de algum desses serviços? Estamos disponíveis para te ajudar a encontrar a melhor versão da sua empresa.

MENOS CUSTOS	OTIMIZAÇÃO E AGILIDADE
MENOS BUROCRACIA	MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA
	AUMENTO NA PRODUTIVIDADE

Fonte: Próprio autor.

### 3.2 PROJETOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS *ON-GRID*

Ao todo foram projetados 17 sistemas fotovoltaicos ao longo do estágio. A Tabela 1 apresenta um resumo dos equipamentos utilizados nesses sistemas.

Tabela 1 – Sistemas Projetados.

Potência do Sistema (kWp)		Inversor		Módulo Fotovoltaico	
		Fabricante	Modelo	Fabricante	Modelo
1	2,25	Growatt	MIC 2000TL-X	Trina Solar	SM-DEG15HC.20(II)
2	2,49	Sofar	3.3kTL-G3	Canadian Solar	CS3W-415P
3	2,52	Sofar	3.3kTL-G3	Canadian Solar	CS3W-420P
4	2,52	Sofar	3.3kTL-G3	Canadian Solar	CS3W-420P
5	2,63	Growatt	MIC 2500TL-X	Trina Solar	TSM-DE08M(II)
6	2,63	Growatt	MIC 2500TL-X	Trina Solar	TSM-DE08M(II)
7	4,02	Sofar	4KTLM-G2	Byd	BYD 335PHK-36
8	4,05	Sofar	3KTLM-G2	Risen	RSM144-7-450M
9	4,38	Sofar	4KTLM-G2	Canadian Solar	CS3U-365P
10	4,62	Sofar	4KTLM-G2	Risen	RSM72-6-330P
11	5,67	Sofar	5KTLM-G2	Phono Solar	PS405M1H-24/TH
12	6,30	Sofar	5KTLM-G2	Risen	RSM144-7-450M
13	6,40	Sungrow	SG6K-D	Trina Solar	TSM-DE15H(II)
14	9,45	Sofar	7,5KTLM-G2	Risen	RSM144-7-450M
15	12,60	Sofar	12KTL-X	Canadian Solar	CS3U-365P
16	14,53	Fronius	SYMO 12.5-3-M	Canadian Solar	CS3W-415P
17	16,60	Fronius	SYMO 15.0-3-M	Canadian Solar	CS3W-415P

Fonte: Próprio autor.

O estagiário ficou responsável pela preparação de documentos técnicos para submissão dos projetos junto à concessionária local, elaboração do *layout* e acompanhamento de algumas instalações.

A parte da documentação técnica consiste em:

- Formulário de Solicitação de Acesso;
- Memorial Técnico Descritivo;
- ART do Responsável Técnico;
- Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação.

Nos ANEXOS A e B tem-se os dois primeiros documentos citados.

O *layout* do projeto contempla a planta de situação da UC, a fachada frontal, o diagrama unifilar, planta baixa térreo e telhado, detalhe do ponto de acesso, medição bidirecional e aterramento.

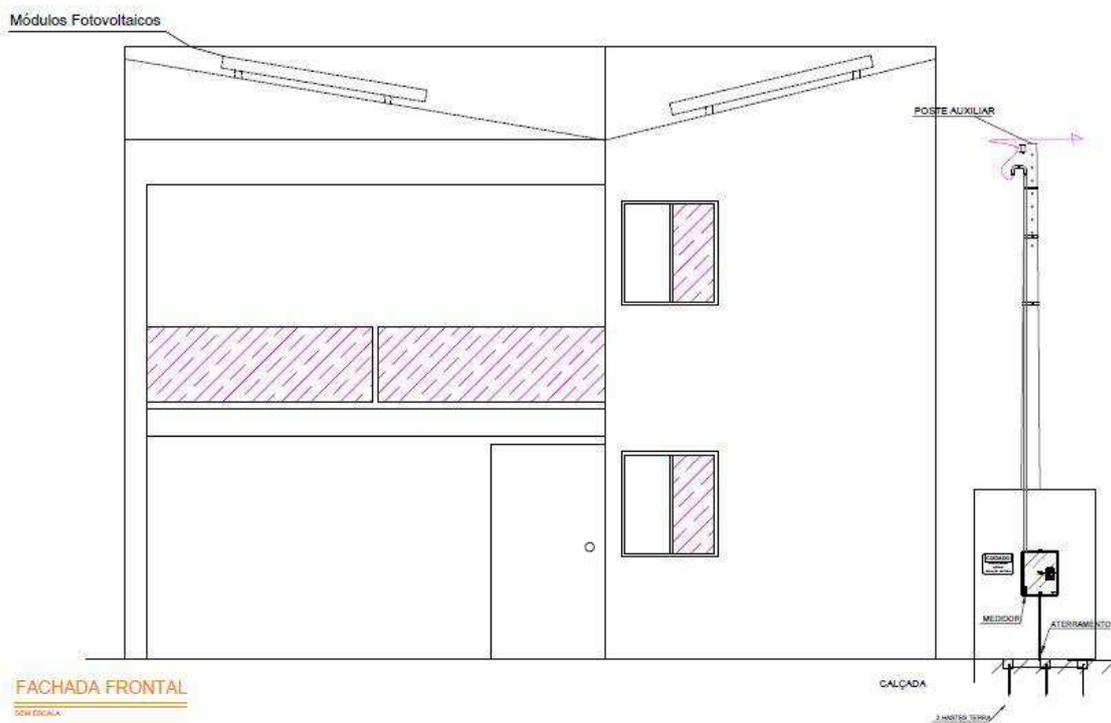
No t3pico a seguir tem-se o detalhamento de um deles para melhor entendimento.

### 3.2.1 PROJETO FOTOVOLTAICO DE UMA RESID4NCIA EM CAMPINA GRANDE - PB

Um dos projetos realizados durante o est3gio foi de uma resid4ncia localizada no Residencial Serra Ville, na Avenida Marechal Floriano Peixoto, n3 5255, no bairro Serrot3o. Neste sistema, o estagi3rio p3de fazer todo o acompanhamento desde a elabora3o do projeto at3 a parametriza3o do inversor.

Na Figura 11 tem-se a fachada da resid4ncia desenhada no AutoCAD.

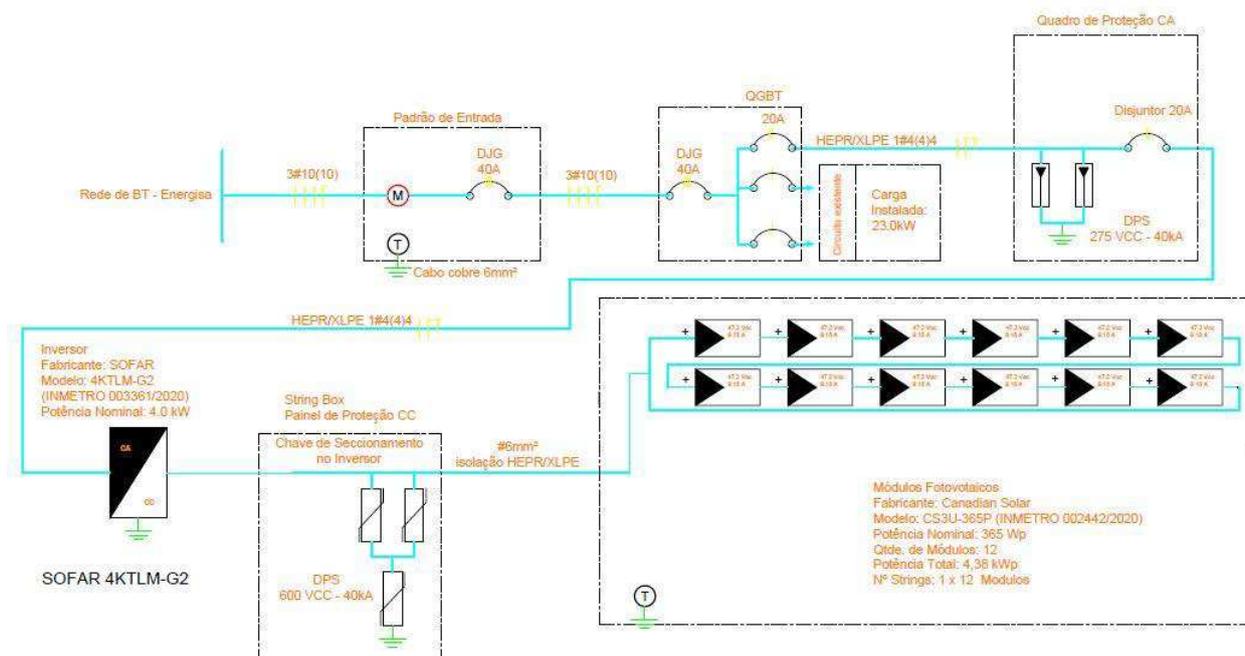
Figura 11 – Fachada frontal.



Fonte: Pr3prio autor.

A partir da lista de materiais entregue pelo supervisor, o estagi3rio realizou uma pesquisa para encontrar os manuais dos respectivos componentes do sistema, assim como os certificados de conformidade do INMETRO. Ap3s essa etapa inicial, foi poss3vel elaborar o *layout* do sistema utilizando o *software* AutoCAD. Na Figura 12 tem-se o diagrama unifilar do projeto.

Figura 12 – Diagrama Unifilar do cliente do bairro Serrotão.



Fonte: Próprio autor.

Para a elaboração do diagrama, foi preciso consultar a NDU 001 para determinar os dados do padrão de entrada como: seções nominais dos condutores, diâmetro dos eletrodutos, corrente nominal do disjuntor e o detalhe do sistema de aterramento.

Na Tabela 2 são apresentados os dados técnicos do módulo fotovoltaico e do inversor, utilizados para o dimensionamento das proteções e a definição do arranjo das *strings*.

Tabela 2 – Dados técnicos dos equipamentos.

Módulo fotovoltaico	Inversor	
	Input (CC)	Output (CA)
<b>Potência unitária:</b> 365 Wp	Potência fotovoltaica: 6000 W	Potência Nominal: 4000 W
<b>Tensão de Circuito Aberto (<math>V_{oc}</math>):</b> 47,2 V	Tensão de partida ( $U_{dc}$ start): 120 V	Corrente máx. de Saída: 18,2 A
<b>Tensão de Operação (<math>V_{mp}</math>):</b> 39,8 V	Máx. tensão de entrada ( $U_{dc}$ max): 600 V	Tensão de Conexão com a Rede: 220 V
<b>Corrente de Operação (<math>I_{mp}</math>):</b> 9,18 A	Máx. Corrente CC MPPT: 11 A/11 A	Frequência: 60 Hz
<b>Corrente de Curto Circuito (<math>I_{sc}</math>):</b> 9,75 A	Faixa de Operação MPPT: 200-520 V	Distorção Harmônica Total: < 3%

Fonte: Próprio autor.

Com base nas informações da tabela, é preciso fazer algumas verificações para comprovar se o arranjo total de módulos, está dentro dos limites suportáveis por MPPT do inversor.

A Tensão de Circuito Aberto ( $V_{oc} = 47,2 V$ ) da série de módulos não deve exceder a Tensão máxima de entrada ( $U_{dc} máx = 600 V$ ) do inversor:

$$12 \cdot 47,2 = 566,4 V < 600 V;$$

Outro parâmetro analisado é a corrente elétrica fornecida pela *string*, que não pode ser superior a corrente máxima por MPPT. Assim, são utilizadas as correntes de curto circuito ( $I_{sc} = 9,75 A$ ) e Máxima Corrente CC MPPT de 11 A por entrada:

$$String \text{ (MPPT1)} I_{sc} = 9,75 A < 11 A;$$

Para o dimensionamento do disjuntor termomagnético utilizou-se a corrente máxima de saída do inversor ( $I_{saída} = 18,2 A$ ), obtendo um disjuntor com corrente nominal de 20 A.

Para a implementação do sistema foi designada uma equipe de 4 pessoas, incluindo o estagiário que acompanhou os passos e detalhes da obra. Como o telhado é composto por telhas de fibrocimento, a instalação foi feita utilizando parafusos do tipo prisioneiro para fixação em madeira com trilhos de alumínio, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Módulos fotovoltaicos em telhas de fibrocimento.



Fonte: Próprio autor.

A instalação durou cerca de dois dias, os eletrodutos foram embutidos na parede. O arranjo de instalação dos componentes do sistema está apresentado na Figura 14.

Figura 14 — Processo de instalação do sistema.

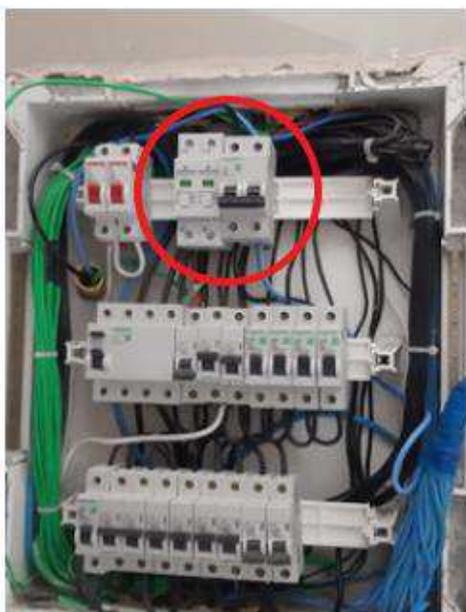
a) Fixação dos eletrodutos.



b) Instalação da *String box*.



c) Conexão do sistema realizado no quadro de distribuição da residência.



d) Instalação do sistema finalizada.



Fonte: Próprio autor.

Antes de realizar a conexão dos cabos CC na caixa de proteção CC é necessário realizar testes de comissionamento. Os testes realizados são o de detecção de polaridade e verificação do nível de tensão, em que se utiliza um multímetro na escala de tensão contínua para as medições. Esses testes devem ser executados durante um horário com alta irradiância solar, pois o painel estará operando próximo ou nas condições de potência máxima.

As pontas de prova do multímetro são conectadas nos terminais positivo e negativo da *string*, obtendo-se assim o valor de tensão de circuito aberto desta. É verificado se a polaridade da tensão está correta, ou seja, o valor de tensão apresentado não pode ser negativo (para multímetros digitais) ou o ponteiro não pode defletir no sentido anti-horário (para multímetros analógicos). Também é constatado se a amplitude dessa tensão se encontra próxima ao valor da tensão nominal de circuito aberto para aquela *string*.

Após a realização dos testes foi realizada a conexão do painel ao inversor. Em sequência o inversor foi parametrizado com os ajustes exigidos por parte da concessionária de energia, presentes na Tabela 3.

Tabela 3 – Ajustes recomendados das proteções na parametrização do inversor.

Descrição	Parâmetros	Tempo de Atuação
<i>Tensão no ponto de Conexão</i>	$V < 80\% (0,8 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s
<i>Tensão no ponto de Conexão</i>	$V < 110\% (1,1 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s
<i>Regime Normal de Operação</i>	$80\% \leq V \leq 110\%$	Condições normais
<i>Subfrequência</i>	$f < 57,5 \text{ Hz}$	Desligar em até 0,2 s
<i>Sobrefrequência</i>	$f > 62,0 \text{ Hz}$	Desligar em 0,2 s
<i>Frequência Nominal da Rede</i>	$f = 60 \text{ Hz}$	Condições normais
<i>Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia a rede:</i>	Ilhamento	Interromper em até 2s
<i>Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede, religar:</i>	Reconexão	Após 180s

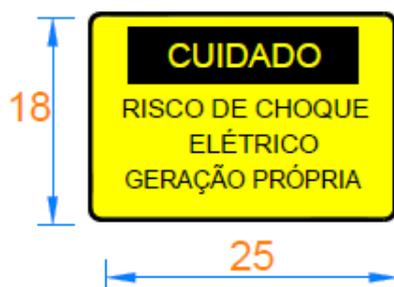
Fonte: Adaptado do Memorial Técnico para GD da Energisa.

Vale salientar que, caso os parâmetros de proteção do inversor não estiverem em conformidade com os exigidos, durante a vistoria técnica realizada por profissionais da

concessionária o projeto é reprovado. Sendo assim, é necessário realizar as correções e solicitar uma nova vistoria, demandando até 15 dias a mais para conclusão do projeto.

Outra exigência por parte da concessionária é a instalação de uma placa de advertência próxima ao medidor de energia, em local visível, confeccionada em policarbonato com proteção anti-UV com espessura mínima de 1 mm, conforme o modelo da Figura 15.

Figura 15 – Placa de advertência.



Fonte: NDU 013.

Após a aprovação do sistema durante a vistoria, a concessionária deve acionar uma equipe para realizar a troca do medidor unidirecional pelo bidirecional, com um prazo de até 7 dias para execução do serviço. Após a substituição do medidor o sistema pode ser conectado à rede. O projeto completo desta residência, encontra-se no APÊNDICE B.

### 3.3 PARAMETRIZAÇÃO DOS INVERSORES

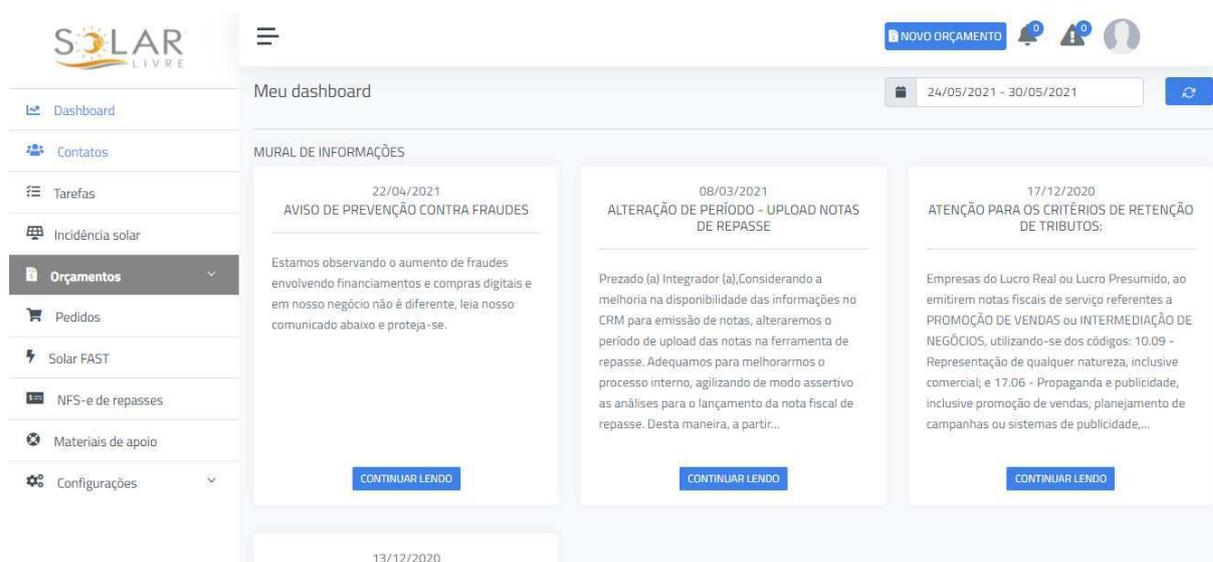
Para melhor estudo sobre a programação dos inversores, foi desenvolvido junto aos outros estagiários da empresa, um documento contendo uma síntese dos principais inversores utilizados pela empresa. O estagiário ficou responsável pela elaboração do documento referente ao inversor da marca RENOVIGI. No apêndice A é apresentado o trabalho realizado.

### 3.4 ORÇAMENTOS

No primeiro contato com o cliente são solicitados alguns dados para que seja possível efetuar o dimensionamento do sistema fotovoltaico que melhor atenda a suas necessidades. A fatura de energia elétrica possui a maior parte dos dados necessários para dar início ao processo de dimensionamento, como o consumo médio mensal durante o período de um ano, a localização e o tipo de ligação existente na unidade consumidora.

De posse dos dados, é realizado o dimensionamento através da plataforma da Solar Livre e do site da Aldo Solar, mostrados na Figura 16 e na Figura 17, respectivamente, dos componentes do sistema fotovoltaico. Tem-se mais de um distribuidor, para que seja possível elaborar a pesquisa de preços com excelentes opções de custos para o cliente.

Figura 16 – Plataforma da distribuidora Solar Livre.



Fonte: Solar Livre, 2021.

Figura 17 – Plataforma do distribuidor Aldo Solar.

Fonte: Aldo Solar, 2021.

Dessa forma, é feita uma proposta comercial e enviada ao cliente, utilizando também a plataforma da distribuidora Sices Solar (Figura 18) que permite gerar gráficos da geração de energia elétrica do projeto, do *payback* e retorno financeiro.

Figura 18 – Plataforma da distribuidora Sices Solar.

Fonte: Sices Solar, 2021.

No ANEXO C, tem-se um exemplo de uma proposta comercial elaborada na empresa Solar Nobre. A Unidade Consumidora (UC) deste orçamento corresponde a uma residência com padrão de entrada trifásico, no entanto o sistema foi dimensionado para três unidades consumidoras, incluindo a residência do cliente. Dessa forma, a proposta

baseou-se no consumo dos últimos 12 meses presentes nas faturas de energia elétrica. O orçamento em questão contém a análise gráfica da geração de energia elétrica do projeto, considerando a radiação média solar anual de acordo com sua localização, que no caso da cidade de Campina Grande – PB é de  $5,38 \text{ kWh/m}^2$ , dados fornecidos pela plataforma Sices. Ademais, foi explanada a análise financeira do investimento, resultando em um *payback* simples<sup>5</sup> de 2 anos e 12 meses. Na proposta comercial do ANEXO C, tem-se dois orçamentos para dois sistemas diferentes, com dois modelos de inversores.

---

<sup>5</sup> *Payback* simples é um indicador financeiro que revela o tempo necessário para recuperar o custo de um investimento. Ou seja: equivale ao prazo de retorno do investimento, ou quanto tempo ele leva para “se pagar”, na linguagem popular.

## 4 CONCLUSÃO

Durante a realização do estágio, foi notória a importância de muitos conceitos e conteúdos abordados ao longo da graduação, em especial as disciplinas Geração de Energia, Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos e seus respectivos laboratórios.

As atividades desenvolvidas durante o estágio promoveram contato direto com o dia-dia de um engenheiro eletricitista, possibilitando para o estagiário uma considerável evolução nos conhecimentos a respeito de energia solar fotovoltaica, tendo em vista que esse tema é pouco abordado ao longo do curso. Também foram desenvolvidas habilidades para realizar o projeto e instalação de sistemas fotovoltaicos, assim como a submissão dos documentos e homologação do projeto junto à concessionária.

Em síntese, o estágio realizado na Solar Nobre contribuiu para preparar o estagiário para a inserção no mercado de trabalho, aprimorando *soft skills* essenciais, como trabalho em equipe, gestão de tempo e gerenciamento de projetos.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, P. S. A.; SILVA, J. D. C. *Geração Solar*. Brazilian Applied Science Review, Curitiba, v.3, n.1, p. 371, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/773/660>. Acesso em: 26 de abril de 2021.
- JESUS, F. *Os painéis solares fotovoltaicos mais eficientes do mercado?*. Portal Energia, 2020. Disponível em: < <https://www.portal-energia.com/paineis-solares-mais-eficientes/>>. Acesso em: 26 de abril de 2021.
- MACENA, W. G.; MARCATO, B. F. (2016). *Circuito Microinversor Aplicado a Sistemas Fotovoltaicos Autônomos*. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/295091898\\_CIRCUITO\\_MICROINVERSOR\\_APLICADO\\_A\\_SISTEMAS\\_FOTOVOLTAICOS\\_AUTONOMOS/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/295091898_CIRCUITO_MICROINVERSOR_APLICADO_A_SISTEMAS_FOTOVOLTAICOS_AUTONOMOS/citation/download)>. Acesso em: 2 de maio de 2021.
- NORMA TÉCNICA. *Critérios para a conexão em baixa tensão de acessantes de geração distribuída ao sistema de distribuição*: 013. Energisa, 2018. 66 p.
- NORMA TÉCNICA. *Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária a edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras*: 001. Energisa, 2018. 178 p.
- PINHO, J.; GALDINO, M. *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos*. Grupo de Trabalho de Energia Solar (GTES). Rio de Janeiro: GTES, 2014.
- PORTAL SOLAR. *Como Instalar Energia Solar – Passo a Passo*. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/como-instalar-energia-solar.htm>>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- SMESTAD, G. P. *Optoelectronics of solar cells*. 1a. ed., SPIE: Bellingham, 2002.
- VILLALVA, M. *Entendendo as curvas IV e PV dos módulos fotovoltaicos*. CanalSolar, 2019. Disponível em: < <https://canalsolar.com.br/entendendo-as-curvas-iv-e-pv-dos-modulos-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 26 de abril de 2021.

# ANEXO A – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA (ATÉ 10 kW)

SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA IGUAL OU INFERIOR A 10kW					
1. IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC					
Código da UC:			Classe:		
Titular da UC:					
Logradouro:					
N°:	Bairro:			Cidade:	
E-mail:				UF:	CEP:
Telefone:				Celular:	
CNPJ/CPF:					
2. DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC					
Potência Instalada (kW):			Tensão de Atendimento:		
Tipo de Conexão:	Monofásica	<input type="checkbox"/>	Bifásica	<input type="checkbox"/>	Trifásica
Tipo de Ramal:	Aéreo		<input type="checkbox"/>	Subterrâneo	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. DADOS DA GERAÇÃO					
Potência Instalada de Geração (kWp):	2,63				
Tipo da Fonte de Geração:	Solar	<input type="checkbox"/>	Eólica	<input type="checkbox"/>	Biomassa
	Cogeração	<input type="checkbox"/>	Outra (Especificar):		
4. DOCUMENTAÇÕES A SEREM ANEXADAS					
<input type="checkbox"/>	1. ART do Responsável Técnico pelo Projeto Elétrico e instalação do sistema de Microgeração;				
<input type="checkbox"/>	2. Diagrama Unifilar contemplando Geração/Proteção (Inversor, se for o caso)/Medição e Memorial Descritivo da instalação;				
<input type="checkbox"/>	3. Certificado de conformidade do(s) Inversor(es) ou número de Registro da concessão do INMETRO do(s) inversor(es) para a tensão Nominal de conexão com a rede;				
<input type="checkbox"/>	4. Dados necessários ao Registro da Central Geradora conforme disponível no site da ANEEL: <a href="http://www.aneel.gov.br/scg">www.aneel.gov.br/scg</a>				
<input type="checkbox"/>	5. Lista de Unidades Consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI e VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012;				
<input type="checkbox"/>	6. Cópia de documento que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver);				
<input type="checkbox"/>	7. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL da cogeração qualificada (se houver).				
5. CONTATOS NA DISTRIBUIDORA (PREENCHIDO PELA DISTRIBUIDORA)					
Responsável/Área:					
Endereço:					
Telefone:				E-mail:	
6. DADOS DO SOLICITANTE					
Nome/Procurador Legal:					
Telefone:				E-mail:	
Local:					
Data:	___ / ___ / _____		Assinatura do Responsável		

# ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD) SOLAR

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD) SOLAR				
Tipo de Projeto		Microgeração (potência inferior ou igual a 75kW)	Previsão de Atendimento:	Maio 2021
FINALIDADE:		O projeto prevê a instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica conectado ao sistema de distribuição de BT da Energisa para acesso a microgeração, com potência instalada menor que 75 kW. O projeto tem como finalidade atender a residência registrada pelo n° da UC X/XXXXXX-X.		
Normas e Padrões Técnicos e Resoluções Relacionadas:		NDU 013, NDU 001, Resolução 482, NDU 015, Prodist 3.7		
DADOS DO PROPRIETÁRIO				
NOME:				
PESSOA:		CPF:	RG/EMISSOR:	COMP.:
ENDEREÇO:		Nº:		
BAIRRO:		CIDADE:	UR:	
EMAIL:				
TELEFONE-01:		02:	03:	
DADOS DA OBRA				
EDIFICAÇÃO:				
ENDEREÇO:		Nº:	COMP.:	
BAIRRO:		CIDADE:	ZONA:	
<b>Dados da Unidade Consumidora Geradora</b>				
UNIDADE CONSUMIDORA EXISTENTE:		Modalidade		
Tipo de Fonte da Geração		Potência da Geração		
Potencia previamente instalada da UC:		Tipo do Ramal de Entrada		
Tipo de conexão		Classe de Atendimento		
Tensão de conexão				
Dimensionamento do Pólo de Entrada				
DESCREVER ABAIXO TODAS AS UC'S QUE IRÃO PARTICIPAR DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO:				
N° UC	% de Compensação	N° UC	% de Compensação	
DADOS DO RESP. TÉCNICO				
NOME:				
REG. PROFISSIONAL:		ORGÃO: CFT	CPF:	
EMAIL:				
TELEFONE-01:		02:	03:	
		<b>PARECER ENERGISA:</b>		
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO				

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD) SOLAR			
<b>Informações Das Placas</b>			
<i>Fabricante dos Módulos</i>		<i>Modelo dos Módulos</i>	
<i>Potência Individual dos Módulos (Wp):</i>		<i>Quantidade de Módulos</i>	
<i>Potência Total da Geração (kWp)</i>		<i>Área Total dos Arranjos (m<sup>2</sup>)</i>	
<i>Localização da instalação das placas:</i>			
<b>Informações Dos Inversores</b>			
<i>Fabricante do Inversor</i>		<i>Modelo dos Inversor</i>	
<i>Potência Individual dos Inversor (kW):</i>		<i>Quantidade de Inversor</i>	
<i>Potência Total do Inversor(kW):</i>		<i>Localização do Inversor:</i>	
<i>Altura do Inversor - Do topo do visor até o piso acabado</i>		<i>Certificações:</i>	
<i>Dimensionamento dos equipamentos de proteções</i>			
<b>Ajustes Recomendados das Proteções - Parametrização do Inversor</b>			
<i>Descrição</i>	<i>Parâmetros</i>	<i>Tempo de Atuação</i>	
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	$V < 80\% (0,8 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s	
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	$V < 110\% (1,1 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s	
<i>Regime Normal de Operação</i>	$80\% \leq V \leq 110\%$	Condições normais	
<i>Subfrequência</i>	$f < 57,5 \text{ HZ}$	Desligar em até 0,2 s	
<i>Sobrefrequência</i>	$f > 62,0 \text{ HZ}$	Desligar em 0,2 s	
<i>Frequência Nominal da Rede</i>	$f = 60 \text{ HZ}$	Condições normais	
<i>Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia a rede:</i>	Ilhamento	Interromper em até 2s	
<i>Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da red, religar:</i>	Reconexão	Após 180s	
<b>NOTAS:</b>			
1. Os inversores deverão ser instalados em local de fácil e permanente acesso, onde o visor do inversor deverá ficar a uma altura máxima de 1,50m do piso acabado ao seu topo.			
2. Próximo à caixa de medição deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: "CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA".			
3. A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC ou acrílico com espessura mínima de 1mm e conforme modelo apresentado no desenho 16, em anexo à Norma Técnica 013.			
4. Para as ramal de entrada monofásico deverá ser instalado a caixa de medição trifásica, pois a monofásica não suporta o medidor bidirecional.			
<b>Observações do projetista:</b>			
<b>PARECER ENERGISA:</b>			
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO			

## ANEXO C – MODELO DE PROPOSTA COMERCIAL

# APÊNDICE A – PARAMETRIZAÇÃO DO INVERSOR

## RENOVIGI

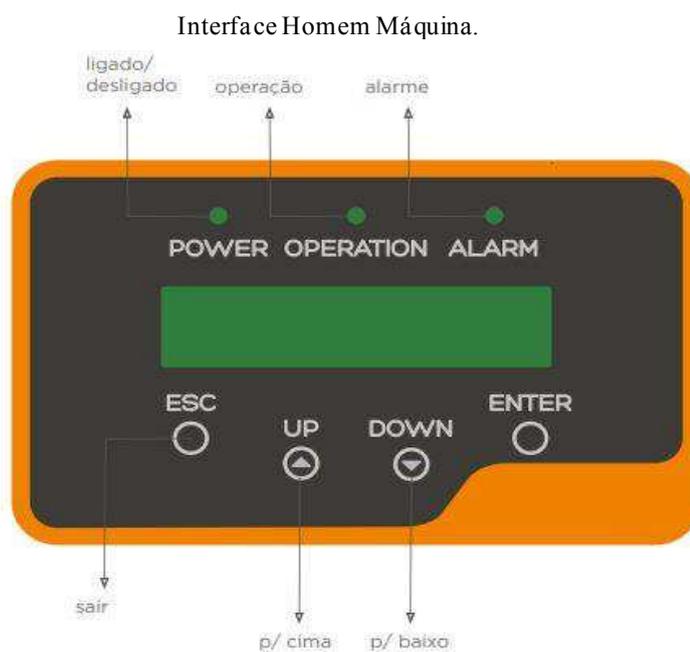
### 1. Sobre a empresa

É uma empresa brasileira, com DNA chapecoense, que trabalha com a mais alta tecnologia de geração de energia elétrica através de captação solar. Com atuação em todo o território nacional por meio de uma rede de empresas credenciadas em todo o Brasil, e sedes em Chapecó (SC) e Campinas (SP), traz soluções para sistemas fotovoltaicos conectados à rede das concessionárias de energia, gerando economia na conta de luz, além de contribuir com a sustentabilidade. Fundada em 2012, tinha apenas 3 colaboradores no final de 2013. No final de 2017 eram 20 e fechou o 1º semestre de 2018 com mais de 40, além da rede de credenciados, na qual não é possível mensurar quantas pessoas estão envolvidas, mas trata-se de milhares.

A empresa oferece garantias que variam de 6 a 12 anos dependendo da potência do equipamento. Possuem certificação INMETRO e certificações internacionais.

### 2. Parametrização do inversor de forma presencial

Os inversores de frequência da Renovigi possuem a seguinte Interface Homem Máquina (IHM), alguns modelos possuem uma pequena diferença, mas as funcionalidades dos botões são as mesmas.



Os inversores da Renovigi vêm configurados de fábrica conforme as exigências das concessionárias, caso o instalador julgue necessário realizar alterações nos parâmetros de proteção do inversor devem ser seguidos os seguintes passos.

(Caso o inversor já estiver em funcionamento, pular para o 3º passo)

- Ligar a alimentação CC.
- Ligar o disjuntor CA.
- Após o display do inversor ligar, devem ser alterados os parâmetros de proteção. Para isso é necessário desconectar o inversor da rede. Na tela inicial pressione a tecla *enter*, e com o uso das teclas *up* e *down* selecione a opção “*advanced settings*” e confirme novamente com a tecla *enter*.

Advanced settings.



- Em seguida será requerida uma senha, a senha padrão de fábrica é **0010**, insira a senha com o auxílio das teclas *up* e *down* e pressione *enter*.

Senha para edição.



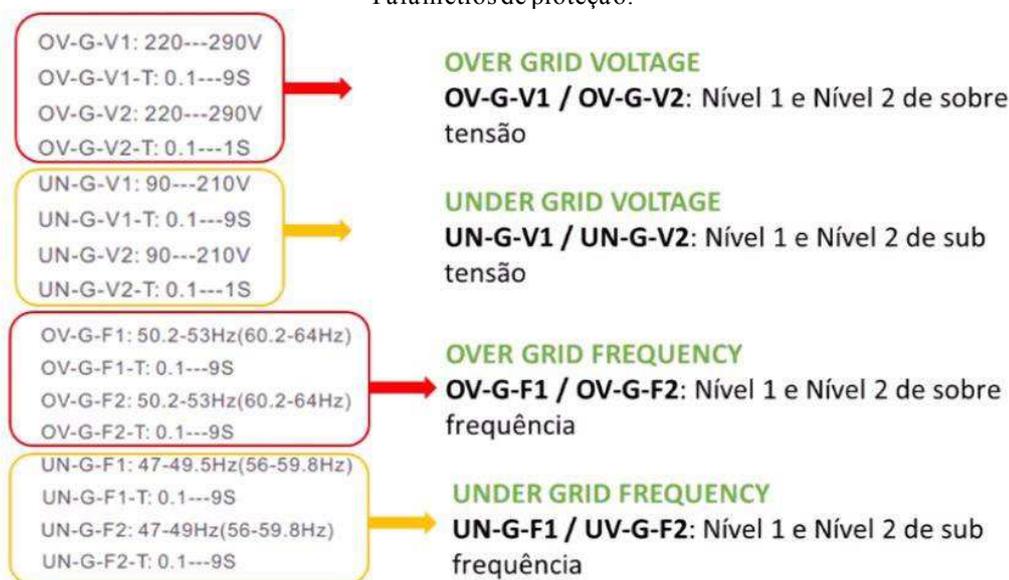
- Após isso selecione a opção “Grid” pressione **enter** e habilite modo OFF.

Desconectando o inversor da rede.



- Selecione a opção “Select Standard” e pressione **enter**.
- Em seguida, com o uso das teclas **up** e **down** selecione a opção “User-Def” e pressione **enter**.
- Após isso os parâmetros de proteção irão ser disponibilizados no *display* podendo ser alterados conforme se julgue necessário, os parâmetros apresentados são os seguintes.

Parâmetros de proteção.



- Após encerrar as alterações basta clicar em **esc** e salvar as mudanças pressionando **enter**.
- Retorne para a opção “Grid” pressione **enter** e habilite o modo ON, e o inversor irá retornar ao funcionamento normal.

# APÊNDICE B – PROJETO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO



ENERGIA SOLAR  
SERVIÇOS ELÉTRICOS



CONFORTO PARA A SUA FAMÍLIA  
ECONOMIA PARA SEU NEGÓCIO



Economize até  
**95%**  
em sua conta  
de energia

Proposta comercial N°40

Sistema Fotovoltaico de 5.70kWp

Matriz: Rua Dom Pedro II, 250 – Loja 04 , Prata – Campina Grande / PB • ( 83 ) 999460497

Filial: Avenida Deputado Américo Maia, 45 – Centro – Catolé do Rocha / PB

@SOLARNOBRE



**ENERGIA SOLAR**  
**SERVIÇOS ELÉTRICOS**

## **ITENS INCLUSOS NA PROPOSTA:**

**Equipamentos do Sistema de Geração Fotovoltaica**

**Estrutura de Fixação**

**Equipamentos de Proteção**

**Projeto Elétrico Fotovoltaico com Planta de Situação**

**Homologação com a concessionária local**

**Instalação do Sistema Fotovoltaico**

**Sistema de Monitoramento Wi-Fi**



## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

### DADOS DO CLIENTE

<b>Nome:</b>	
<b>CPF/CNPJ:</b>	
<b>Telefone:</b>	
<b>Email:</b>	

### APRESENTAÇÃO

Este documento tem como objetivo tratar sobre a descrição, garantia e vida útil, geração de energia, reforma e adequação, equipamentos, análise financeira, fluxo de caixa e condições comerciais de um projeto de um Sistema gerador de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica de alta performance, conectado à rede elétrica da Distribuidora local (on Grid Tie) em Campina Grande – PB.

### DESCRIÇÃO

Sistema gerador de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica de alta performance, conectado à rede elétrica da Distribuidora local (on Grid Tie), composto por módulos solares fotovoltaicos, inversores de corrente contínua para corrente alternada, caixa de proteção de CC e CA, estruturas de suporte em alumínio, cabos próprios para sistemas solares e conectores originais MC4.

### GARANTIA E VIDA ÚTIL

Módulos solares fotovoltaicos policristalinos de 360/425 Watts pico, ou monocristalinos de 380/385 Watts pico, certificados pelo Inmetro com nível “A” em eficiência energética, com Garantia de 25 anos com geração mínima de 86% de energia elétrica (Garantia Linear, conforme Ficha Técnica anexo), 12 anos contra defeito de fabricação e vida útil aproximada de 30 anos. Inversor fotovoltaico com garantia de 5 anos contra defeitos de fabricação, 7 anos de garantia quando registrado. Estruturas de suporte, cabos e conectores feitos para durar toda a vida útil do sistema (30 anos). Caixa de proteção com garantia de fábrica de 1 ano.



# ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

## Geração de Energia

Potência: 5.70 kWp

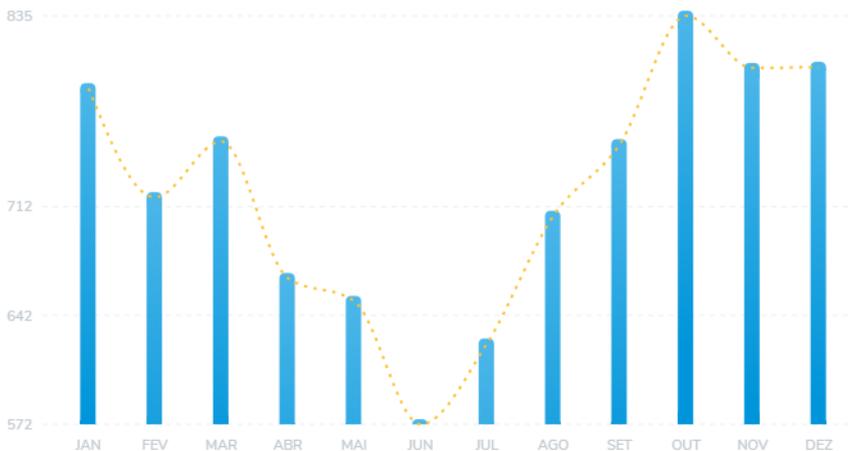
Estimativa de geração anual: 8.667 kWh

Geração média mensal: 722 kWh

Estimativa mensal de geração	
Janeiro	788 kWh
Fevereiro	718 kWh
Março	754 kWh
Abril	666 kWh
Mai	651 kWh
Junho	572 kWh
Julho	624 kWh
Agosto	706 kWh
Setembro	752 kWh
Outubro	835 kWh
Novembro	801 kWh
Dezembro	802 kWh

Análise gráfica da geração de energia do projeto  
Sistema gerado automaticamente 5,695 kWp

[Visualizar sistema](#)



Resumo da análise:

MÓDULOS CONFIGURADOS:	17
ÁREA CONFIGURADA:	33 m <sup>2</sup>
POTÊNCIA CONFIGURADA:	5,7 kWp
GERAÇÃO ANUAL:	8.667 kWh
GERAÇÃO MÉDIA MENSAL:	722 kWh
kWh / kWp / Ano:	1.522
kWh / kWp / Mês:	127



## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

### **REFORMA E ADEQUAÇÃO:**

Para a instalação do sistema, o local precisará passar por algumas reformas para que o sistema atinja o padrão de qualidade e de funcionamento previsto pela empresa. A reforma acontecerá desde o quadro de distribuição, onde serão instalados dispositivos de proteção AC, até a estrutura de fixação, seja ela em telhado ou laje. O projeto conta ainda com a adequação do local para a instalação dos inversores de frequência e a passagem do cabeamento do quadro de distribuição até o quadro de proteção AC/DC (string Box), tal reforma já encontra-se inclusa no valor final do sistema.

Toda e qualquer reforma não mencionada acima, como eletrodutos embutidos, reformas estruturais em telhado e trocas de rede elétrica do local, assim como seus respectivos dispositivos de proteção, são de total responsabilidade do cliente. Caso seja desejado, será acordado, à parte, as reformas necessárias.

Em caso de estrutura de solo, é necessário um investimento sobre a segurança da estrutura com a formação de bases em concreto para garantir a melhor fixação das treliças em alumínio ou aço galvanizado. Tal investimento não está incluso no orçamento acima.



# ENERGIA SOLAR

## SERVIÇOS ELÉTRICOS

### Equipamentos

### KIT PREMIUM

Título	Descrição	Qte
<b>Módulos</b>		
	PAINEL SOLAR TRINA TSM-DE08MII 375W HONEY 120 CEL. MONO PERC HALF CELL 20,5% EFICIENCIA	16
<b>Inversores</b>		
	INVERSOR SOLAR GROWATT ON GRID MIN6000TL-X 6KW MONOFASICO 220V 2MPPT MONITORAMENTO	1
<b>String Boxes</b>		
	STRING BOX CLAMPER 017481 QUADRO 4 ENTRADAS 2 SAIDAS 1040V (2 MPPT)	1
<b>Estruturas</b>		
	ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 411836 RS-228 PERFIL DE ALUMINIO PAR 4,40 M P/ 4 PAINEIS	4
	ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 411846 RS-223 4 PAINEIS PARAFUSO ESTRUTURAL FIBROCIMENTO MADEIRA	4
	STAUBLI CONECTOR MC4 320016P0001-UR PV-KBT4/6II-UR ACOPLADOR FEMEA	8
	STAUBLI CONECTOR MC4 32.0017P0001-UR PV-KST4/6II-UR ACOPLADOR MACHO	8
<b>Variedades</b>		
	CABO SOLAR NEXANS 47064 ENERGYFLEX AFITOX 0,6-1KV 1500V DC PRETO	50
	CABO SOLAR NEXANS 43221 ENERGYFLEX AFITOX 0,6-1KV 1500V DC VERMELHO	50
<b>SERVIÇOS</b>		
	PROJETO, INSTALAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO	1
<b>VALOR FINAL</b>		
	À VISTA	R\$ 26.787,64
<b>Carência – 6 meses</b>	SOLFACIL 60X R\$ 761,00 OU 72X R\$ 701,00	R\$ 26.787,64
<b>Carência – 4 meses</b>	BV FINANCEIRA 60X R\$ 755,23 OU 72X R\$ 692,86	R\$ 26.787,64



# ENERGIA SOLAR

## SERVIÇOS ELÉTRICOS

### Equipamentos

### KIT PREMIUM

Título	Descrição	Qte
<b>Módulos</b>		
	MONO-PERC CANADIAN 445W HIKU	13
<b>Inversores</b>		
	SOFAR 6KTLM-G2	1
<b>String Boxes</b>		
	STRINGBOX SOLAR LIVRE SB08A - 2E/2S - SECCIONADORA NO INVERSOR	1
<b>Estruturas</b>		
	KIT TERMINAL FINAL 39/44MM - ALTO - PAR	6
	KIT TERMINAL INTERMEDIARIO 39/44MM - PAR	13
	KIT SUPORTE PARA TELHADO DE FIBROCIMENTO	25
	PERFIL AL TUB NAT COD CIS004 3,40	10
<b>Variedades</b>		
	CABO SOLAR 6MM-1800V PRETO	39
	CABO SOLAR 6MM-1800V VERMELHO	39
	PLACA DE ADVERTÊNCIA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	1
	KIT DE EMENDAS E PARAFUSOS INOX 8X12	8
	PAR CONECTOR MACHO / FEMEA - MC4	3
<b>SERVIÇOS</b>		
	PROJETO, INSTALAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO	1
<b>VALOR FINAL</b>		
	À VISTA	R\$ 28.749,97
<b>Carência – 6 meses</b>	SOLFACIL 60X R\$ 817,00 OU 72X R\$ 753,00	R\$ 28.749,97
<b>Carência – 4 meses</b>	BV FINANCEIRA 60X R\$ 809,88 OU 72X R\$ 742,99	R\$ 28.749,97

### Condições comerciais

- Prazo para entrega dos equipamentos: 30 dias após o fechamento do pedido
- Projetos de grande porte dependemos do trâmite de importação: 45 a 60 dias.
- Proposta válida por 30 dias.



## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

### Fluxo de caixa

Caixa acumulado: 1.192.964,21  
Valor presente líquido: 208.975,36  
Taxa interna de retorno (TIR): 40  
Payback Simples: 2 Anos e 12 Meses

Ano	Valor
1	R\$ -26.787,64
2	R\$ -18.558,27
3	R\$ -9.548,97
4	R\$ 313,95
5	R\$ 11.111,12
6	R\$ 22.930,76
7	R\$ 35.869,40
8	R\$ 50.032,64
9	R\$ 65.536,01
10	R\$ 82.505,90
11	R\$ 101.080,58
12	R\$ 121.411,32
13	R\$ 143.663,57
14	R\$ 168.018,34
15	R\$ 194.673,60
16	R\$ 223.845,91
17	R\$ 255.772,12
18	R\$ 290.711,29
19	R\$ 328.946,75
20	R\$ 370.788,37
21	R\$ 416.575,02
22	R\$ 466.677,29
23	R\$ 521.500,44
24	R\$ 581.487,63
25	R\$ 647.123,43
26	R\$ 718.937,69
27	R\$ 797.509,74
28	R\$ 883.473,00
29	R\$ 977.519,99
30	R\$ 1.080.407,83
31	R\$ 1.192.964,21



# ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

## ANÁLISE FINANCEIRA

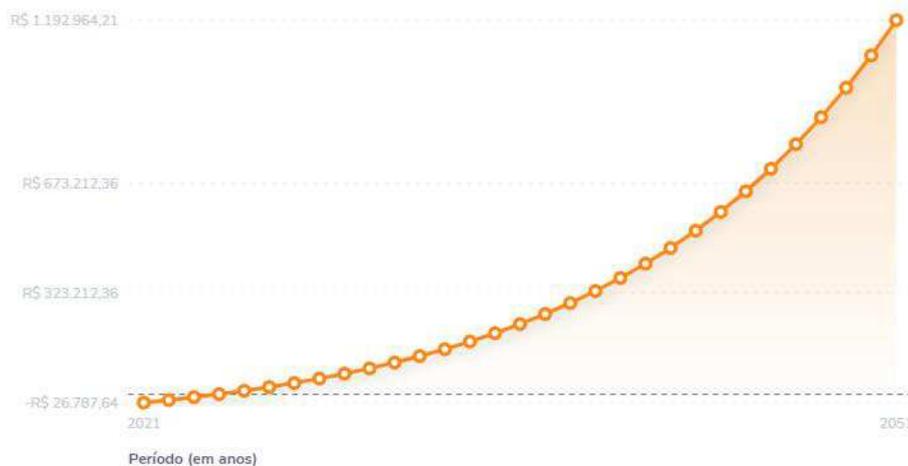
O sistema acima possui um custo final de 26.787,64 para a implantação. Contudo, uma vez que avaliado as condições de pagamento é importante explicitar o retorno financeiro que tal sistema irá refletir em sua conta de energia, além da sua importante contribuição para o meio ambiente.

Desta forma, calculando o *payback* composto com base na inflação anual, no valor do kWh/mês, e no investimento proposto, chega-se à conclusão dada na tabela abaixo:

Valor da Proposta	26.787,64
Tempo de Vida do projeto	30
Inflação anual	10
Perda de Eficiência ao longo da vida	14
Preço atual kWh + Impostos	0,83
Caixa Acumulado	1.192.964,21
Valor Presente Líquido	208.975,36
Taxa de Retorno	40
Payback Simples	2 Anos e 12 Meses

## GRÁFICO DE PAYBACK E RETORNO FINANCEIRO

Caixa acumulado





## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS



Retorno sustentável



Geração compartilhada



Durabilidade resistência (garanti de 25 anos) e vida útil de 30 anos



valorização do imóvel



Energia excedente é convertida em créditos



Instalação rápida



Tendo sido esclarecido sobre todos os pontos do orçamento acima, confirmo o desejo de realizar a instalação solar fotovoltaica do meu estabelecimento, e de acordo com o orçamento acima, autorizo a Solar Nobre - Energia Solar e Serviços Elétricos, a dar andamento sobre o projeto acima, seja pela forma de pagamento a vista ou cartão de crédito ou pelo processo de financiamento, onde a mesma se responsabiliza por solucionar toda e qualquer burocracia junto a financeira para a viabilidade da implantação do mesmo.

**Eduardo Silva Fernandes**  
Diretor Geral – CEO Solar Nobre

**Cliente**

@SOLARNOBRE



