



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

José Edson Carneiro Agra Júnior

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO – SOLAR  
NOBRE – ENERGIA SOLAR E SERVIÇOS ELÉTRICOS**

**Campina Grande, Paraíba, Brasil**

**Agosto de 2022**

José Edson Carneiro Agra Júnior

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO – SOLAR  
NOBRE – ENERGIA SOLAR E SERVIÇOS ELÉTRICOS**

*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.*

Orientadora: Professora Raquel Aline Araújo Rodrigues

**Campina Grande, Paraíba, Brasil**

**Agosto de 2022**

José Edson Carneiro Agra Júnior

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO – SOLAR  
NOBRE – ENERGIA SOLAR E SERVIÇOS ELÉTRICOS**

*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.*

Aprovado em 25 / 08 / 2022

---

**Professora Raquel Aline Araújo Rodrigues**

Orientadora

---

**Professora Luciana Ribeiro Veloso**

Avaliadora

**Campina Grande, Paraíba, Brasil**

**Agosto de 2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pela força da minha perseverança, que me permitiu concluir este trabalho. Em segundo, também agradeço a minha família por me proporcionar uma boa educação, por ter me alimentado com saúde, força e coragem, as quais que foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta minha caminhada.

Agradeço à Solar Nobre, em especial ao CEO Eduardo, pela oportunidade de estágio, pelas condições oferecidas para que eu pudesse realizá-lo e por compartilhar comigo informações e experiências que foram de fundamental importância para os meus conhecimentos pessoais e profissionais. Agradeço aos colegas de estágio Arthur e Eliardo e também aos funcionários da empresa Paulo Victor, Vitoria e Renan pela boa convivência e pelas boas conversas ao longo dos meses de estágio. Agradeço também ao professora Raquel Aline Araújo Rodrigues por aceitar o convite de me orientar neste trabalho.

Enfim, agradeço a todos os colegas de curso e professores, que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje, e também não posso esquecer de agradecer e desejar muitas felicidades a dois profissionais da coordenação que praticamente facilitaram a minha caminhada nesta etapa da minha vida, obrigado por todos os conselhos Adail e Tchai.

*“O verdadeiro sentido da vida,  
Certamente não está impresso em nenhum livro,  
Mas aqueles que tiverem a coragem de vencer os seus medos  
E se arriscarem na aventura da busca pessoal  
Provavelmente encontrarão a verdade.”*

Napoleon Hill.

## RESUMO

Neste relatório são descritas as atividades realizadas pelo estagiário José Edson Carneiro Agra Júnior, graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, durante o estágio supervisionado, realizado na empresa Solar Nobre, localizada em Campina Grande – PB. O estágio foi realizado no setor de projetos da empresa, entre os dias 20 de maio de 2022 e 30 de agosto de 2022, totalizando 367 horas, com a supervisão do engenheiro Eduardo Silva Fernandes e orientação do professora Raquel Aline Araújo Rodrigues. As principais atividades desenvolvidas foram elaboração de projetos fotovoltaicos para unidades consumidoras residenciais e comerciais, acompanhamento de obras, configuração de inversores e realização de vistoria técnica.

**Palavras – Chave:** Estágio Supervisionado, Solar Nobre, Projetos Fotovoltaicos.

## **ABSTRACT**

This report describes the activities carried out by the intern José Edson Carneiro Agra Júnior, graduating in Electrical Engineering from the Federal University of Campina Grande, during the supervised internship, carried out at the company Solar Nobre, located in Campina Grande - PB. The internship was carried out in the company's project sector, between May 20, 2022 and August 30, 2022, totaling 367 hours, with the supervision of engineer Eduardo Silva Fernandes and guidance of professor Raquel Aline Araújo Rodrigues. The main activities developed were the elaboration of photovoltaic projects for residential and commercial consumer units, monitoring of works, configuration of inverters and technical inspection.

**Keywords:** Supervised Internship, Solar Nobre, Photovoltaic Projects.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Faixada da empresa Solar Nobre. ....	12
Figura 2 - Recepção da empresa. ....	13
Figura 3 - Setor de engenharia.....	14
Figura 4 - Setor de advocacia. ....	14
Figura 5 - Setor de vendas.....	15
Figura 6 - Funcionamento do efeito fotovoltaico.....	16
Figura 7 - Sistema fotovoltaico off-grid com as baterias.....	18
Figura 8 - Sistema fotovoltaico off-grid sem as baterias.....	18
Figura 9 - Sistema fotovoltaico on-grid.....	19
Figura 10 - Esquema de um sistema fotovoltaico hibrido.....	20
Figura 11 - Composição de um módulo fotovoltaico. ....	21
Figura 12 - Curvas características de um módulo fotovoltaico.....	22
Figura 13 - Inversor de frequência da marca Growatt.....	23
Figura 14 - string box CC. ....	25
Figura 15 - string box CA. ....	26
Figura 16 - Etapas de acesso de micro geradores ao sistema de distribuição da Energisa. ....	29
Figura 17 - Fachada frontal da UC residencial.....	31
Figura 18 - Site da fornecedora Aldo Solar. ....	32
Figura 19 - Acompanhamento da instalação dos módulos fotovoltaicos.....	36
Figura 20 - Instalação de eletrodutos, inversor e quadro de proteção. ....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos de proteção.....	24
Tabela 2 - Lista de materiais. ....	32
Tabela 3 - Dados do padrão de entrada.....	33
Tabela 4 - Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.....	34
Tabela 5 - Dados técnicos do inversor. ....	34
Tabela 6 - Parâmetros do inversor. ....	39

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente contínua
DPS	Dispositivos de Proteção contra Surtos
GD	Geração Distribuída
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
Isc	Corrente de Curto Circuito
MPPT	<i>maximum power point tracking</i>
NDU	Norma de Distribuição Unificada
Si	Silício
STC	<i>Standard Test Conditions</i>
UC	Unidade Consumidora
Voc	Tensão de Circuito Aberto

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1	Objetivos .....	11
1.2	Organização do Trabalho .....	11
<b>2</b>	<b>A EMPRESA ONDE FOI REALIZADO O ESTÁGIO</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
3.1	Energia Solar.....	15
3.2	Tipos de Sistemas Fotovoltaicos .....	17
3.3	Principais Componentes de um Sistema Fotovoltaico .....	20
3.3.1	Módulos Fotovoltaicos .....	20
3.3.2	Inversor de Frequência.....	22
3.3.3	<i>String Box</i> .....	24
3.4	Normas e Regulamentação .....	26
3.4.1	Resoluções Normativas.....	26
3.4.2	NDU 001 e NDU 013 da Energisa .....	28
3.5	VIABILIDADE ECONÔMICA DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....	29
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES REALIZADAS</b> .....	<b>30</b>
4.1	TREINAMENTO .....	30
4.2	ELABORAÇÃO DE PROJETOS FOTOVOLTAICOS.....	30
4.2.1	Projeto Fotovoltaico Residencial.....	31
4.2.2	Projeto Fotovoltaico de Iniciativa Pública.....	35
4.3	ACOMPANHAMENTO DE OBRAS .....	36
4.4	PARAMETRIZAÇÃO DOS INVERSORES .....	37
4.5	VISTORIA TÉCNICA .....	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>40</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>41</b>
	<b>ANEXO A – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO</b> .....	<b>43</b>
	<b>ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO</b> .....	<b>44</b>
	<b>ANEXO C – IMAGENS DA PRANCHA DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL</b> .....	<b>46</b>
	<b>ANEXO D – IMAGENS DA PRANCHA DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO DE INICIATIVA PÚBLICA</b> .....	<b>49</b>
	<b>ANEXO E – PROPOSTA COMERCIAL DA SOLAR NOBRE</b> .....	<b>52</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Este relatório descreve todas as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado realizado no setor de projetos da empresa Solar Nobre – Energia Solar e Serviços Elétricos, no período de 20 de maio de 2022 até 30 de agosto de 2022 correspondendo uma carga horária de 25 horas semanais, totalizando 367 horas, com a supervisão do engenheiro Eduardo Silva Fernandes e orientação do professora Raquel Aline Araújo Rodrigues.

As principais atividades realizadas durante o estágio foram a elaboração de projetos elétricos para geração de energia solar fotovoltaica on-grid em residências e comércios com destaque na elaboração do layout dos projetos e preenchimento de documentos técnicos para envio para aprovação da concessionária de energia, bem como acompanhamento das obras, parametrização de inversores e vistorias técnicas.

### **1.1 Objetivos**

Entre os objetivos e as atividades estabelecidas no plano de estágio, foram realizados o treinamento e elaboração de projetos de microgeração distribuída fotovoltaica para residências e comércios, conforme as normas NDU's 001 e 013 da Energisa e o método de trabalho da Solar Nobre. Além disso, foram elaborados documentos técnicos para aprovação da concessionária em relação aos projetos de energia solar e também foi realizada a configuração de inversores de frequência utilizados nos sistemas fotovoltaicos. E por fim, ocorreu o acompanhamento de algumas obras e vistorias técnicas realizadas pela concessionária local.

### **1.2 Organização do Trabalho**

O presente trabalho foi subdividido em 5 capítulos. Neste primeiro capítulo foram apresentados introdução, objetivos e estrutura do trabalho.

No capítulo 2 será apresentada uma breve descrição sobre a empresa Solar Nobre, com destaque na área de atuação e no ambiente de trabalho em que o estágio foi realizado.

No capítulo 3 será apresentada a fundamentação teórica sobre energia solar, necessária para o entendimento do trabalho realizado no estágio.

No capítulo 4 serão apresentadas as atividades desenvolvidas ao longo do estágio.

No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais referentes à experiência vivenciada no estágio supervisionado.

## 2 A EMPRESA ONDE FOI REALIZADO O ESTÁGIO

A empresa paraibana Solar Nobre, foi fundada no ano de 2017 pelo então estudante de engenharia elétrica Eduardo Silva Fernandes, a Solar Nobre possui sede em Campina Grande -PB, uma filial em Catolé do Rocha – PB e atua nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Maranhão, Piauí e Sergipe. A sede está localizada na Rua Dom Pedro II, 250 – Loja 4 – Centro, Campina Grande – PB.

Essa organização é especializada na elaboração de projetos e execução de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (on-grid) e também sistemas fotovoltaicos isolados (off-grid). Além de realizar projetos de sistemas fotovoltaicos, também oferece serviços de instalações elétricas residenciais, prediais e industriais, padronização de entrada, projetos de subestações, sistemas de automação industrial e residencial, e a confecção de projetos de aquecimento de piscinas. A Figura 1 mostra uma fotografia da faixa da do escritório da empresa.

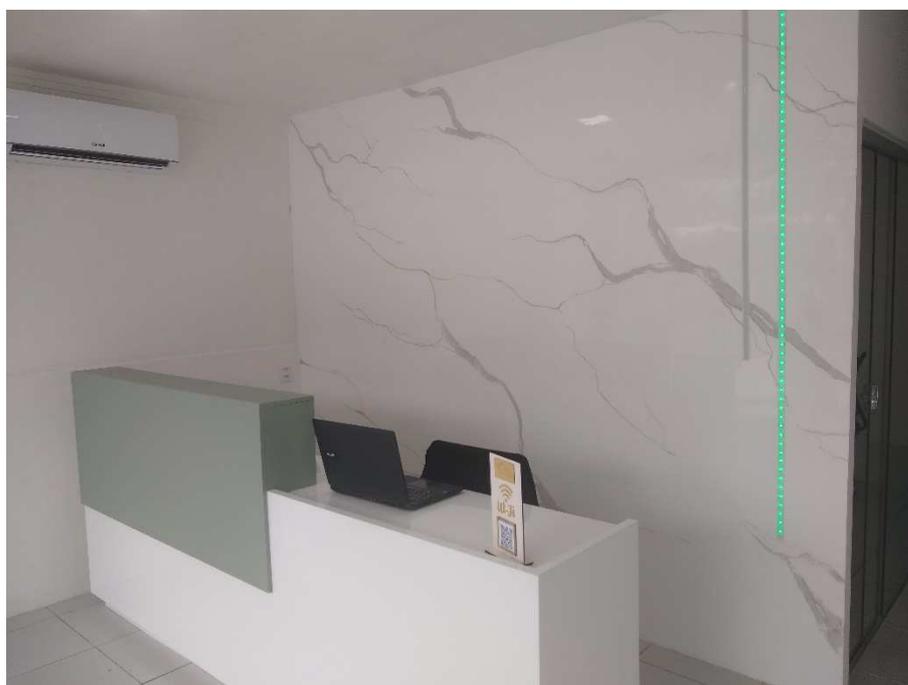
Figura 1 - Faixada da empresa Solar Nobre.



Fonte: Autoria própria, (2022).

A empresa possui 4 setores: o setor de vendas, que é responsável pela prospecção de clientes e pelas atividades financeiras da empresa, o setor de advocacia que é responsável por todas as atividades relacionadas às normas jurídicas e representar os interesses da instituição diante da justiça, o setor de engenharia, responsável pela elaboração de projetos elétricos e pelo preenchimento dos documentos exigidos pela concessionária, onde foi realizado a maior parte das atividades do estágio, e o setor de instalação que é responsável pela execução das obras na propriedade do cliente. A equipe da empresa é composta por um engenheiro eletricista, um técnico eletricista, estagiários do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, uma recepcionista e um advogado. Na Figura 2 é possível observar a área de recepção do escritório da Solar Nobre.

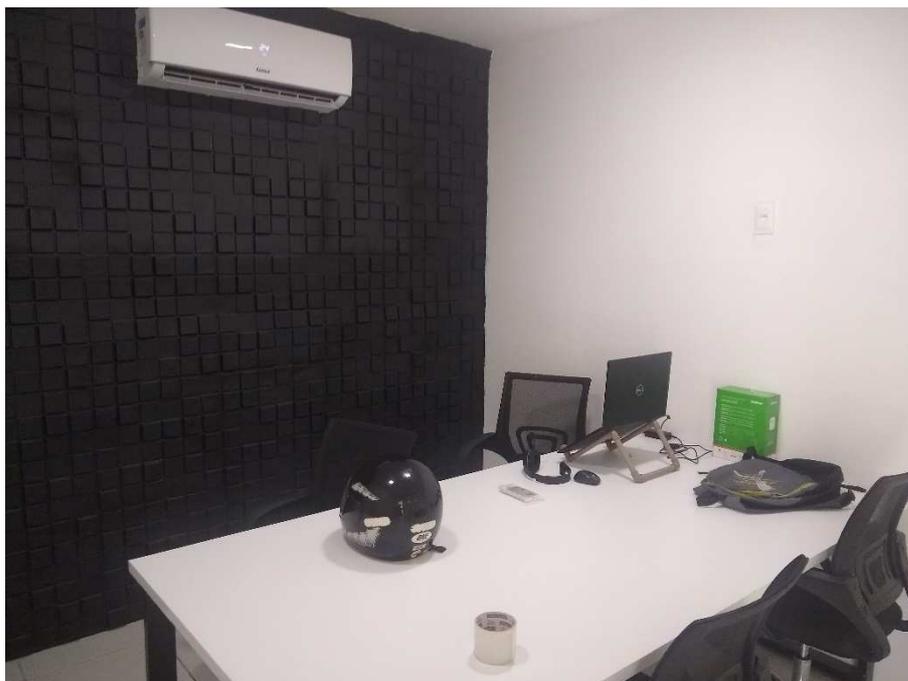
Figura 2 - Recepção da empresa.



Fonte: Autoria própria, (2022).

Já a Figura 3 mostra a área do setor de engenharia, onde a maior parte do estágio foi realizado.

Figura 3 - Setor de engenharia.



Fonte: Autoria própria, (2022).

Outro setor da empresa é a área de advocacia que é mostrada pela Figura 4 a seguir.

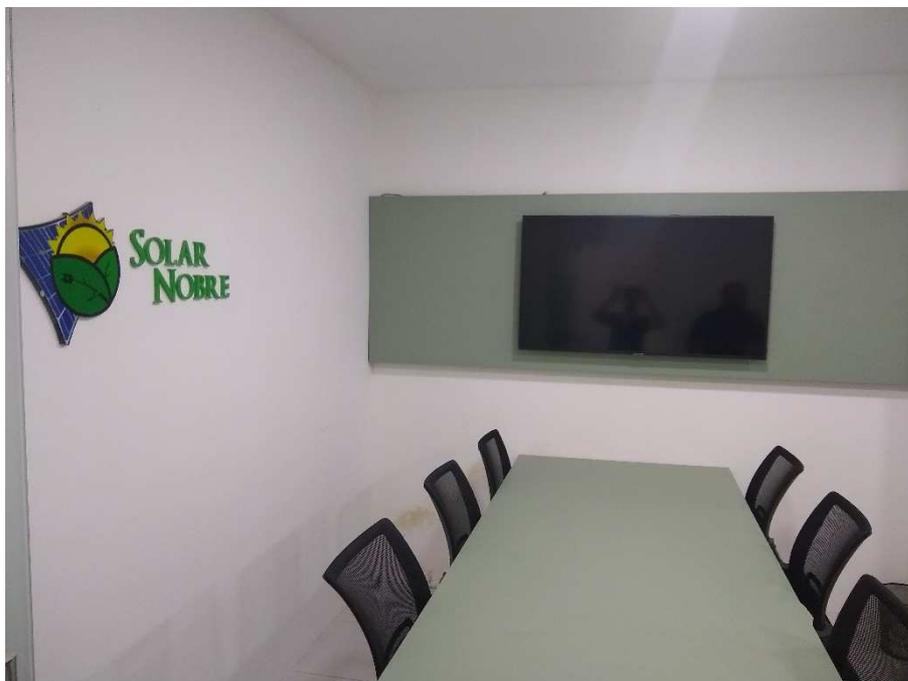
Figura 4 - Setor de advocacia.



Fonte: Autoria própria, (2022).

E por fim, temos a imagem da área de vendas que é demonstrada pela Figura 5.

Figura 5 - Setor de vendas.



Fonte: Autoria própria, (2022).

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta brevemente a base teórica da energia solar e padrões regulatórios, com o objetivo de obter uma melhor compreensão dos temas que envolvem as atividades desenvolvidas durante o estágio.

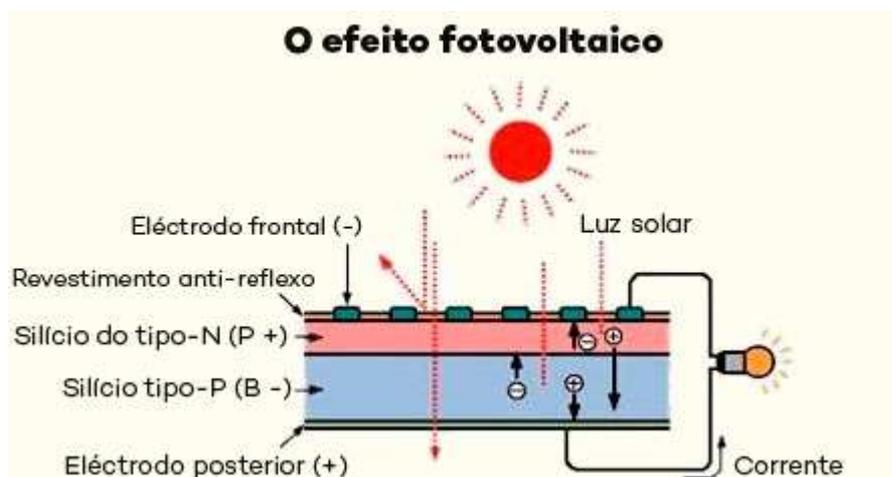
#### **3.1 Energia Solar**

Ao longo dos anos, os humanos exploraram os recursos naturais da Terra Atenda às suas necessidades de energia sem se preocupar com o impacto afetará o meio ambiente. E no cenário de busca por melhorias, as pesquisas e investimentos em tecnologias que utilizam recursos naturais renováveis, para a diversificação da matriz energética, têm aumentado. Com isso, a energia solar fotovoltaica tornou-se mais conhecida e ampliou seu mercado econômico e acadêmico. E hoje pode-se encontrar desde pequenos geradores para autoconsumo até grandes centrais fotovoltaicas

A energia solar fotovoltaica é a energia elétrica produzida a partir da luz solar, cuja quantidade de energia gerada é diretamente proporcional à intensidade de radiação solar sobre a região. Todo o processo de conversão da energia do sol em eletricidade

se dá por meio do efeito fotovoltaico, que foi observado pela primeira vez em 1839 por Becquerel. Consiste, essencialmente, em converter em eletricidade a energia luminosa que incide sobre células solares, que são materiais semicondutores convenientemente tratados. A Figura 6 mostra como ocorre o efeito fotovoltaico em uma célula fotovoltaica.

Figura 6 - Funcionamento do efeito fotovoltaico.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>, (2022).

O interior de uma célula fotovoltaica é composto por uma camada do tipo P, com excesso de cargas positivas, e outra do tipo N, com excesso de cargas negativas. Quando a luz solar incide sobre a célula, ocorre a absorção de fótons por parte dos elétrons e, conseqüentemente, alguns deles passam da banda de valência para a banda de condução. Os elétrons que atingem a banda de condução vagueiam pelo semicondutor até o momento em que são puxados pelo campo elétrico que existe na região de junção. Nesse momento, os elétrons deixam a célula e alimentam a carga. Cada elétron que deixa a célula é substituído por outro que retorna da carga. Dessa forma, a energia solar é convertida em energia elétrica por meio da célula fotovoltaica.

As células disponíveis comercialmente utilizam o silício (Si) como material-base para sua fabricação, e sua aparência externa é a de uma lâmina circular ou quadrada, com tonalidade entre o azul-escuro e o preto. O mesmo tem sido explorado sob diversas formas: cristalino, policristalino e amorfo (CEMIG, 2022).

Existem três tecnologias aplicadas para a produção de células FV, classificadas em três gerações de acordo com seu material e suas características. A primeira geração é composta por silício cristalino (c-Si), que se subdivide em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), representando 85% do mercado, por ser uma tecnologia de melhor eficiência, consolidação e confiança (CEPEL & CRESESB, 2022).

A segunda geração, também chamada de filmes finos, é dividida em três cadeias: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe). E por último tem-se a terceira geração, é definida pelo IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos como:

Células que permitem uma utilização mais eficiente da luz solar que as células baseadas em um único band-gap eletrônico. De forma geral, a terceira geração deve ser altamente eficiente, possuir baixo custo/watt e utilizar materiais abundantes e de baixa toxicidade (IEEE, 2014).

A parte superior da célula apresenta raias de coloração cinza, constituídas de um material condutor, cuja finalidade é extrair a corrente elétrica gerada quando as células são expostas à luz solar. O conjunto de células fotovoltaicas é encapsulado, utilizando materiais especiais que protegem contra possíveis danos externos. Assim são produzidos os módulos fotovoltaicos, que podem apresentar diferentes tamanhos e potências.

Um sistema fotovoltaico é um sistema constituído por um conjunto de painéis. Fotovoltaica, inversora, responsável pela conversão desde fontes de alimentação de corrente contínua (CC) até fontes de alimentação de corrente alternada (CA), e equipamentos de proteção que são instalados nas *strings box*. Esses equipamentos são mais detalhados nos próximos tópicos.

### 3.2 Tipos de Sistemas Fotovoltaicos

Os sistemas solares fotovoltaicos podem ser classificados em três tipos: os sistemas isolados (off-grid), conectados à rede (on-grid) e os sistemas híbridos.

Os sistemas fotovoltaicos off-grid, são sistemas que não dependem da rede elétrica convencional para funcionar e funcionam de forma autônoma, sendo possível sua utilização em localidades carentes de rede de distribuição elétrica, como as zonas rurais. Existem dois tipos de autônomos: com armazenamento e sem armazenamento. O primeiro pode ser utilizado em carregamento de baterias de veículos elétricos, em iluminação pública, nos satélites que estão em órbita e, até mesmo, em pequenos aparelhos portáteis (VILLALVA & GAZOLI, 2012), conforme é mostrado na Figura 7. Enquanto o segundo, além de ser frequentemente utilizado em bombeamento de água, apresenta maior viabilidade econômica, já que não utiliza instrumentos para o

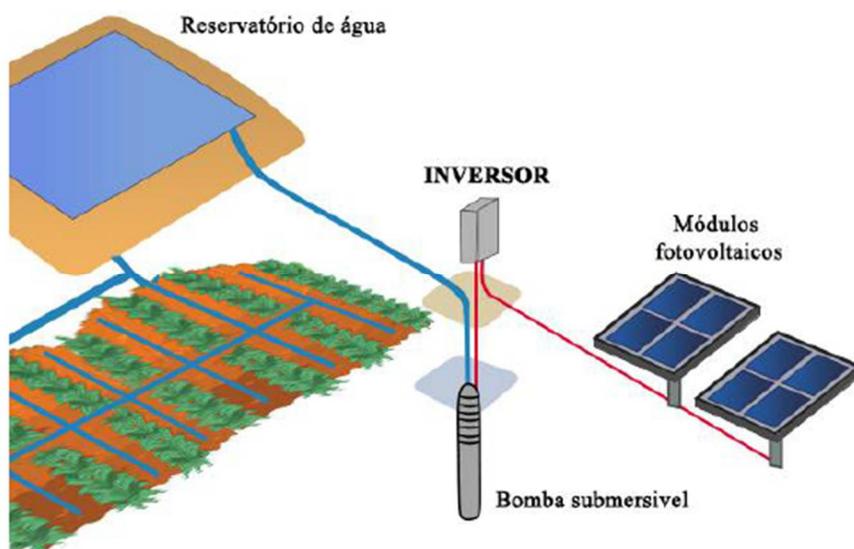
armazenamento de energia (PEREIRA & OLIVEIRA, 2011), como é mostrado na Figura 8.

Figura 7 - Sistema fotovoltaico off-grid com as baterias.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>, (2022).

Figura 8 - Sistema fotovoltaico off-grid sem as baterias.

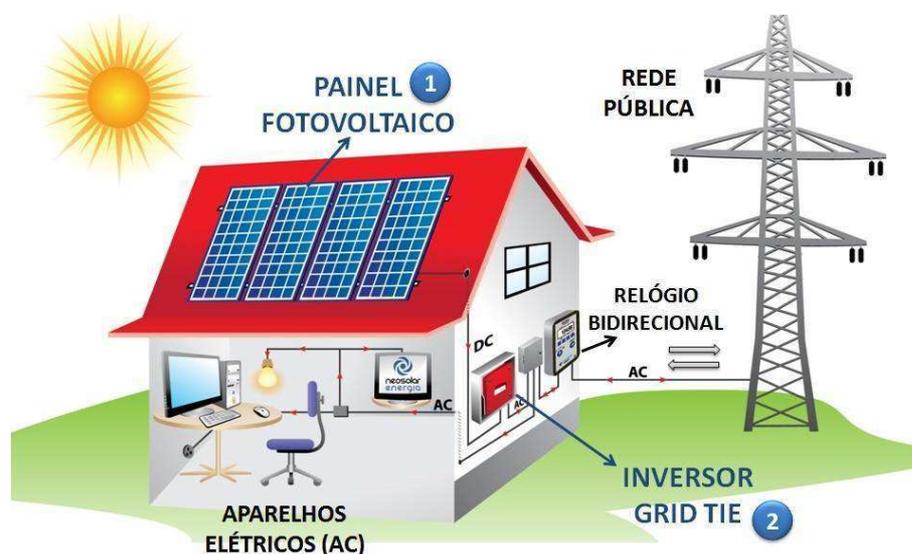


Fonte: Apostila do curso da Solar Nobre, (2022).

Enquanto os sistemas fotovoltaicos on-grid, são aqueles que trabalham em paralelo com a rede elétrica da distribuidora de energia. De forma sucinta, o módulo fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente

alternada, é injetada na rede de energia elétrica. Tal conversão se dá pela utilização do inversor de frequência, que realiza a interface entre o painel e a rede elétrica. (PEREIRA & OLIVEIRA, 2013). Neste sistema, a rede elétrica da distribuidora de energia fornecer energia elétrica quando a geração fotovoltaica for inferior ao consumo, como por exemplo durante à noite. Dessa forma, os sistemas on-grid são dispensados do uso do banco de baterias. Quando a potência gerada for superior à potência solicitada pela carga, o excedente é injetado na rede de distribuição para fornecer energia complementar ao sistema elétrico ao qual está conectado (PINHO & GALDINO, 2014). Na Figura 9 encontra-se uma representação de um sistema fotovoltaico on-grid.

Figura 9 - Sistema fotovoltaico on-grid.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>, (2022).

E por fim temos, os sistemas híbridos que são sistemas de Geração Fotovoltaica conectados à rede elétrica (similar ao Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede on-Grid) integrado com um sistema de armazenamento de energia inteligente (similar ao Sistema Fotovoltaico Autônomo off-Grid), que geram além da economia uma maior confiabilidade para cargas prioritárias e autonomia conforme banco de bateria ou fonte de energia secundária, diferente de sistema fotovoltaico tradicional que não opera com uma queda de energia da rede local. A Figura 10 representa a composição de um sistema fotovoltaico híbrido.

Figura 10 - Esquema de um sistema fotovoltaico híbrido.



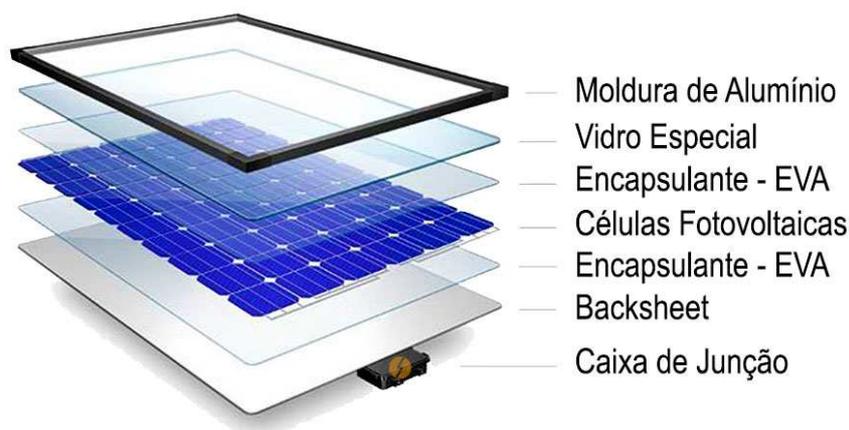
Fonte: <https://awsenergiasolar.com.br/servico/sistema-fotovoltaico-hibrido-misto/>, (2022).

### 3.3 Principais Componentes de um Sistema Fotovoltaico

#### 3.3.1 Módulos Fotovoltaicos

O módulo fotovoltaico é o elemento básico que os fabricantes fornecem ao mercado, e é a partir deste elemento que um projetista dimensiona um sistema fotovoltaico para produzir a eletricidade necessária que irá suprir um consumidor. Este é formado por um conjunto de células fotovoltaicas, as quais geram individualmente tensões na ordem de 0.5V, e podem ser associadas eletricamente, em série e/ou paralelo, dependendo das tensões e/ou correntes determinadas em projeto. O conjunto destes módulos é chamado de gerador fotovoltaico e constituem a primeira parte do sistema, ou seja, são os responsáveis no processo de captação da irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica (PEREIRA & OLIVEIRA, 2011). Na Figura 11 se encontram as principais camadas de encapsulamento de um painel fotovoltaico.

Figura 11 - Composição de um módulo fotovoltaico.



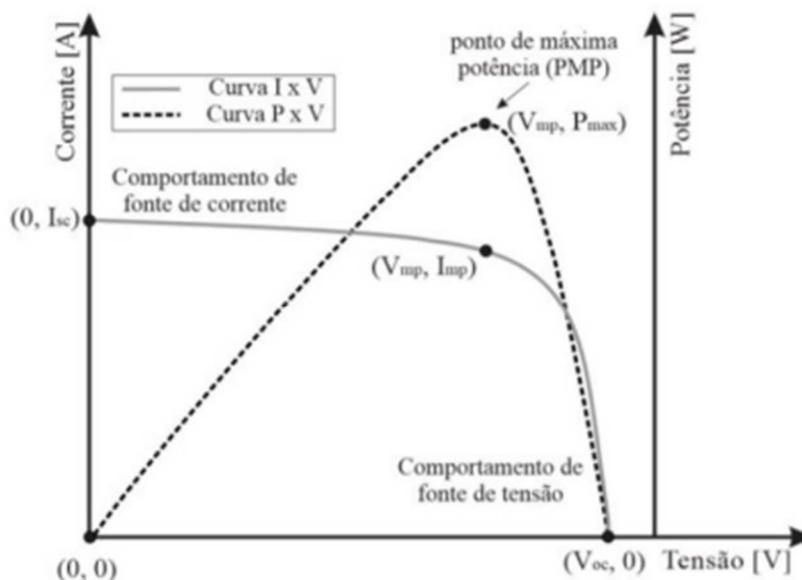
Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/passo-a-passo-da-fabricacao-do-painel-solar.html>, (2022).

Os módulos fotovoltaicos são caracterizados por suas curvas de corrente versus tensão, e potência versus tensão. Essas características são obtidas através de testes em laboratórios com ambientes controlados, pois são sensíveis a certas condições de irradiação e temperatura. Condições de teste padrão em inglês *Standard Test Conditions* (STC), considerando uma irradiação solar de  $1000 \text{ W/m}^2$  e uma temperatura da célula solar de  $25^\circ\text{C}$  (VILLALVA & GAZOLI, 2012).

Os principais parâmetros que podem ser analisados nas curvas presentes na Figura 12 são:

- Corrente de curto-circuito – ( $I_{sc}$ ): O valor da corrente que passa pelo módulo, quando seus terminais estão em curto-circuito;
- Tensão de Circuito Aberto – ( $V_{oc}$ ): O valor de tensão fornecido pelo módulo, quando seus terminais estão abertos, ou seja, nada está conectado;
- Corrente de Potência Máxima – ( $I_{mp}$ ): Valor fornecido, quando a potência máxima é fornecida pelo módulo;
- Tensão Máxima de Alimentação – ( $V_{mp}$ ): O valor da tensão fornecida pelo painel, quando o mesmo fornece potência máxima;
- Potência máxima ou potência de pico – ( $P_{max}$ ): valor de potência máxima que o painel pode entregar em condições de teste padronizadas.

Figura 12 - Curvas características de um módulo fotovoltaico.



Fonte: CARLETTE, (2015).

Uma combinação em série de um conjunto de módulos fotovoltaicos é chamada de *string*, e apresenta um nível de tensão mais alto e compatível com os valores máximos de tensão, suportadas pelas entradas dos MPPT's dos inversores. MPPT é a sigla para *maximum power point tracking* (rastreamento do ponto de máxima potência).

### 3.3.2 Inversor de Frequência

Os inversores são dispositivos eletrônicos que fornecem energia elétrica em corrente alternada a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (PINHO & GALDINO, 2014). A tensão CA de saída do inversor deve possuir amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados à carga e, para os sistemas on-grid, a tensão de saída deve estar sincronizada com a tensão da rede elétrica na qual a UC está conectada. Além disso, em sistemas fotovoltaicos de geração distribuída (GD), a corrente CA de saída do inversor é configurada no próprio equipamento para que se adeque aos padrões de qualidade de energia estabelecidos pela ANEEL.

Além de converter energia CC em CA, os inversores de frequência possuem outra função importante, que é o rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT), que permite variar a tensão e a corrente e, a partir da multiplicação das mesmas, localizar o MPPT em um curto intervalo de tempo, de forma que os módulos fotovoltaicos possam fornecer sua máxima potência possível à UC.

As principais características dos inversores são:

- Tensão contínua máxima de entrada: Valor máximo de tensão admissível na entrada do inversor;
- Corrente contínua máxima de entrada: Valor máximo de corrente elétrica admissível na entrada do inversor;
- Número de entradas independentes por MPPT: Quantidade de entradas por MPPT do inversor;
- Tensão de operação na conexão com a rede: Tensão nominal de saída do inversor;
- Frequência da rede elétrica: frequência nominal de saída do inversor;
- Consumo de energia parado: Potência consumida pelo inversor quando o mesmo não está alimentando nenhuma carga;
- Potência de corrente contínua na entrada: Maior valor de potência que pode ser conectado à entrada do inversor;
- Potência de corrente alternada na saída: Máxima potência que o inversor é capaz de injetar na sua saída;
- Rendimento: Percentual de aproveitamento da energia extraída pelos módulos fotovoltaicos.

Figura 13 - Inversor de frequência da marca *Growatt*.



Fonte: <https://canalsolar.com.br/growatt-lanca-dois-novos-modelos-de-inversores-fotovoltaicos/>, (2022).

### 3.3.3 String Box

Para a conexão de um sistema fotovoltaico, existem alguns requisitos de proteção para que a solicitação de acesso seja aceita, os requisitos variam de acordo com a potência instalada como pode ser visto na tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Requisitos de proteção.

Requisitos de Proteção	Potência Instalada		
	Até 100kW	101 a 500kW	501 kW a 1 MW
Elemento de desconexão	Sim	Sim	Sim
Elemento de interrupção	Sim	Sim	Sim
Transformador de acoplamento	Não	Sim	Sim
Proteção de sub e sobretensão	Sim	Sim	Sim
Proteção de sub e sobrefrequência	Sim	Sim	Sim
Proteção contra desequilíbrio de corrente	Não	Não	Sim
Proteção contra desbalanço de tensão	Não	Não	Sim
Sobrecorrente direcional	Não	Não	Sim
Sobrecorrente com restrição de tensão	Não	Não	Sim
Proteção de sobrecorrente	Sim	Sim	Sim
Relé de sincronismo	Sim	Sim	Sim
Anti-ilhamento	Sim	Sim	Sim

Fonte: Autoria própria, (2022).

E levando em consideração essas exigências são utilizadas as *strings box*, que são quadros de proteção separados do quadro geral de distribuição que são responsáveis por realizar a proteção do inversor e dos módulos solares contra descargas atmosféricas e realizar o seccionamento entre os módulos e o inversor. São compostas por fusíveis, disjuntores, dispositivos de proteção contra surtos (DPS), barramentos e uma chave seccionadora. Alguns modelos de inversores possuem dispositivos de proteção internos, não sendo necessária a utilização de uma *string box* CC em separada.

As *strings box* podem ser divididas em duas: a *string box* CC e a *string box* CA, as quais compreendem os respectivos elementos de proteção CC e CA. No lado CC

são instalados DPS CC e, conforme a necessidade, chaves seccionadoras CC e/ou fusíveis. A Figura 14 abaixo, mostra uma *string box* CC montado.

Figura 14 - *string box* CC.



Fonte: <https://www.sunprop.com.br/string-box/string-box-dc/string-box-cc-dps-40ka-1040v-chave-seccionad>, (2022).

Na *string box* CA são instalados DPS CA, disjuntores termomagnéticos e, conforme a necessidade, barramentos, isso tudo é mostrado na Figura 15. No dimensionamento da *string Box*, caso não haja dispositivos de proteção internos ao inversor, o número de entradas deve ser igual ou maior ao número de *strings* do arranjo dos painéis fotovoltaicos e o número de saídas deve ser igual ao número de entradas do inversor.

Figura 15 - *string box* CA.

Fonte: Autoria própria, (2022).

O sistema de geração deve possuir também alguns requisitos de qualidade, quando a tensão de rede sai da faixa de operação especificada na tabela abaixo, o sistema de geração deve ter seu fornecimento à rede elétrica interrompido, seja ele monofásico, bifásico ou trifásico.

Também deve operar com sincronismo com a rede elétrica e respeitando os limites de variação de frequência definidos. Quando a frequência da rede assumir valores menores que 57,5 Hz, o sistema deve cessar o fornecimento de energia em até 0,2 segundos, o mesmo somente pode voltar quando a frequência voltar a 59,9 Hz. E quando os valores assumidos da frequência forem maiores que 62 Hz também deve ser cessado o fornecimento em até 0,2 segundos, só podendo fornecer energia de novo quando voltar ao valor de 60,1 Hz.

Também devem ser destacados os seguintes detalhes de proteção, a tensão limite do DPS deve ser superior à soma das tensões de circuito aberto de cada módulo que compõe a *string* e a corrente suportada pela chave seccionadora deve ser maior que a soma das correntes de cada *string* em paralelo.

### 3.4 Normas e Regulamentação

#### 3.4.1 Resoluções Normativas

Para estabelecer as principais normas brasileiras de acesso e funcionamento da Geração Distribuída (GD), que é o termo dado à geração de energia elétrica no local do consumo ou próxima ao mesmo, independente da fonte de energia, da tecnologia ou da

potência de geração. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), promulgou em 2012, a Resolução Normativa nº 482/2012, a qual regulamenta a GD em todo o território nacional, permitindo, assim, ao consumidor brasileiro realizar sua própria geração de energia elétrica proveniente de fontes renováveis. A ANEEL é um órgão brasileiro que tem como finalidade regular a fiscalização, produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia, em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal.

Em 2015, a ANEEL introduziu melhorias à resolução citada anteriormente por meio da Resolução Normativa 687/2015. Os principais pontos atualizados ou introduzidos foram:

- Microgeração Distribuída: alteração da potência limite para ser considerada microgeração de 100 kW para 75 kW e expansão da categoria para todas as fontes de energias renováveis e cogeração qualificada;
- Minigeração Distribuída: alteração da faixa de potência para ser considerada minigeração de 100 kW até 1 MW para de 75 kW até 5 MW e expansão da categoria para todas as fontes de energia renováveis;
- Sistema de Compensação de Energia: sistema no qual o excedente da energia ativa gerada por uma unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é injetada à distribuidora local, gerando créditos de energia elétrica que poderão ser compensados na própria unidade consumidora ou em alguma outra unidade previamente cadastrada para esse fim e atendida pela mesma distribuidora cujo titular seja o mesmo da unidade com sistema de compensação, possuindo mesmo CPF ou CNPJ, e dessa forma, promove a redução do valor da fatura de energia.;
- Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: permissão para que um conjunto de consumidores de uma mesma área de concessão 13 ou permissão possa se unir em consórcios ou cooperativas para compor uma unidade consumidora geradora na qual a energia excedente possa ser compensada entre os membros de acordo com as porcentagens estabelecidas;
- Geração Compartilhada: permite que um condomínio composto por diversas unidades consumidoras individuais possa constituir uma unidade consumidora distinta na qual a energia excedente possa ser compensada de forma preestabelecida entre os condôminos;
- Autoconsumo Remoto: permissão para que outras unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Física ou Jurídica possa participar do sistema de compensação de energia, de forma que a energia excedente

seja redistribuída para as mesmas, seguindo porcentagens estabelecidas pelo consumidor.

### 3.4.2 NDU 001 e NDU 013 da Energisa

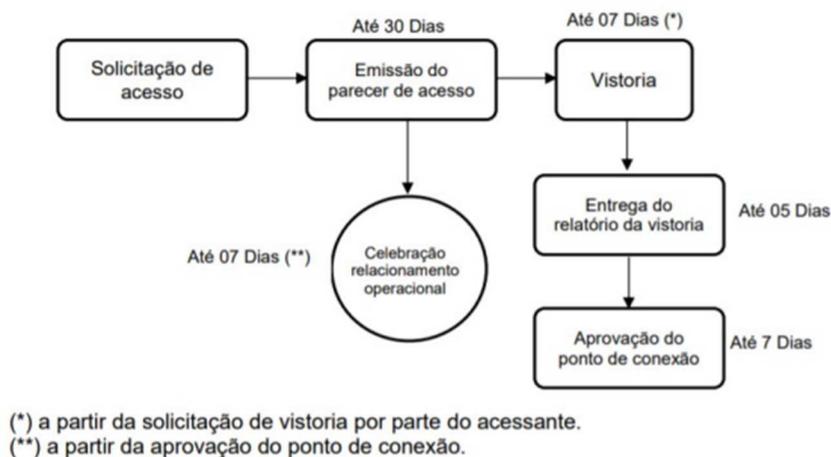
A Norma de Distribuição Unificada (NDU) 001 estabelece os procedimentos a serem seguidos em projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão em toda a área de concessão da Energisa, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW, conforme legislação em vigor.

As recomendações contidas nesta norma se aplicam às instalações individuais ou agrupadas até 3 (três) unidades consumidoras urbanas e rurais, classificadas como residenciais, comerciais, rurais, poderes públicos e industriais, a serem ligadas em redes áreas de distribuição, obedecidas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e as Resoluções da ANEEL.

Já a NDU 013 tem como objetivo estabelecer requisitos, padrões técnicos e prazos exigidos pela concessionária Energisa para a geração distribuída em consumidores de baixa e média tensão, atendendo aos critérios exigidos pela Resolução Normativa nº 687/2015. Na Figura 16 é apresentado um diagrama com a sequência de procedimentos para obter acesso de micro geradores ao sistema de distribuição Energisa.

Quando um projeto solar é realizado, o mesmo deve ser enviado à Energisa para avaliação e posterior aprovação. Após aprovado, o projeto será executado e, em seguida, será solicitado um pedido de vistoria por parte da concessionária. Na vistoria será verificado se o sistema está em conformidade com o projeto enviado para aprovação. Após a vistoria e aprovação, o sistema será homologado e será trocado o medidor comum por um medidor bidirecional para computar a corrente injetada pela UC e a corrente injetada na rede.

Figura 16 - Etapas de acesso de micro geradores ao sistema de distribuição da Energisa.



Fonte: NDU 013, (2019).

Os documentos necessários para a aprovação dos projetos podem variar de acordo com a localidade da concessionária. Para a Energisa Borborema e Energisa Paraíba, é necessária a apresentação do formulário de solicitação de acesso, além do memorial descritivo, ficha técnica dos equipamentos utilizados e da ART. Modelos de formulário de solicitação de acesso e de memorial técnico se encontram nos Anexos A e B.

### 3.5 VIABILIDADE ECONÔMICA DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Diante da atual crise energética, o uso de energia solar é uma ótima alternativa para a redução dos custos com o consumo de energia elétrica, principalmente em unidades consumidoras residenciais, industriais e comerciais, pois o retorno econômico do investimento realizado nesta tecnologia de geração, geralmente, ocorre em curto prazo. E para realizar uma análise financeira mais sobre o investimento em energia solar, utiliza-se o conceito de *payback* simples e composto, que são indicadores financeiros que representam o tempo necessário para recuperar o valor investido. O *payback* composto se diferencia do simples pelo fato de levar em conta os fatores não lineares e o crescimento médio das inflações anuais com base em dados passados.

Para fins de exemplo, é levado em consideração um projeto de um sistema fotovoltaico on-grid de 9,9 kWp de potência, realizado durante o estágio, com geração mensal média de 1300 kWh, na cidade de Lagoa Seca – PB. O mesmo é composto por 22 módulos solares de 450 W, 1 inversor de 10 kW e equipamentos de instalação, como

os conectores e o kit de suporte dos módulos no telhado, totalizando um investimento de R\$ 46.000,00.

Considerando uma tarifa de energia com impostos como sendo R\$ 0,86/kWh, o sistema fotovoltaico geraria uma quantidade de créditos mensais equivalente a R\$ 1.118,00. Logo, realizando o cálculo do payback simples, obtém-se um tempo de retorno do investimento de aproximadamente 2 anos e 6 meses. Considerando uma inflação anual de 10%, o payback composto resultaria em 2 anos e 2 meses. Levando em conta que o tempo de vida útil de um sistema fotovoltaico é de 25 anos, conclui-se que o mesmo é viável economicamente. No Anexo E é possível observar a proposta comercial deste sistema fotovoltaico de forma completa e detalhada.

## **4 ATIVIDADES REALIZADAS**

Este capítulo descreve todas as atividades desenvolvidas pelo estagiário na empresa Solar Nobre, durante um período de 3,5 meses de serviços prestados.

### **4.1 TREINAMENTO**

Durante as duas primeiras semanas de estágio, o estagiário recebeu um treinamento realizado pelo engenheiro supervisor e pelos alunos que estavam terminando o período de estágio. Esse treinamento foi fundamentado na análise de alguns projetos já aprovados e desenvolvidos pela própria empresa. Nesta etapa, foi explicado o funcionamento dos principais equipamentos de um sistema fotovoltaico on-grid, bem como o passo a passo do desenvolvimento de um projeto fotovoltaico e toda a documentação necessária referente à UC e à caracterização dos equipamentos utilizados e os documentos necessários para a solicitação de acesso perante a distribuidora local.

Após o entendimento de todo o processo de elaboração de um sistema fotovoltaico, o estagiário desenvolveu um projeto de um sistema fotovoltaico em uma residência que já foi realizado anteriormente pela empresa, isso com o intuito de validar todo o conhecimento adquirido durante o treinamento.

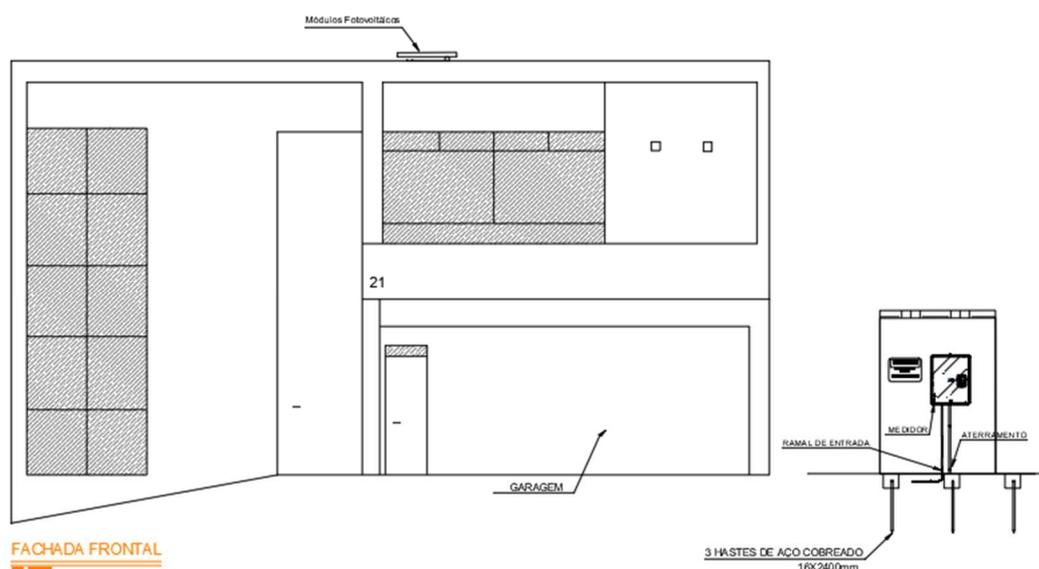
### **4.2 ELABORAÇÃO DE PROJETOS FOTOVOLTAICOS**

Durante o estágio, foram desenvolvidos 7 projetos de sistemas fotovoltaicos residenciais, dentre eles 1 cobertos pela Energisa Paraíba e 6 cobertos pela Energisa Borborema.

#### 4.2.1 Projeto Fotovoltaico Residencial

Um dos projetos fotovoltaicos residenciais desenvolvidos pelo estagiário foi instalado em uma residência localizada no residencial 'Atmosfera Eco Residence' em Lagoa Seca, na Rod. BR 104, S/N, LOT 21. Na Figura 17 é possível observar o desenho da fachada frontal da residência onde a UC está localizada.

Figura 17 - Fachada frontal da UC residencial.



Fonte: Autoria própria, (2022).

O primeiro passo na realização do projeto, é solicitar ao cliente alguns dados para que seja possível dimensionar um sistema fotovoltaico que melhor atenda a UC. Os principais dados analisados são: o consumo mensal dos últimos 12 meses, a localização e o tipo de categoria de fornecimento de energia elétrica. Todas estas informações podem ser obtidas na fatura de energia elétrica da UC.

Obtidas as informações da UC e a potência teórica do sistema fotovoltaico, o dimensionamento dos equipamentos do mesmo é realizado através do site da Aldo Solar, mostrado na Figura 18. Por meio deste, é possível obter todos os componentes que serão utilizados no projeto. Na Tabela 2 é possível observar a lista de materiais do projeto fotovoltaico citado anteriormente.

Figura 18 - Site da fornecedora Aldo Solar.



Fonte: <https://www.aldo.com.br/>, (2022).

Tabela 2 - Lista de materiais.

Produtos	Quantidade
STAUBLI CONECTOR MC4 ACOPLADOR FÊMEA	8
STAUBLI CONECTOR MC4 ACOPLADOR MACHO	8
CABO SOLAR CORDEIRO R100 6mm PRETO	100
CABO SOLAR CORDEIRO R100 6mm VERMELHO	100
INVERSOR GROWATT ON GRID MIN8000TL-X(E)	1
PAINEL SOLAR JINKO JKM450-60HL4-V 60M 450W	22
KIT FIXAÇÃO 4 PAINEIS TELHA FIBROCIMENTO	6
PARS DE PERFIL DE ALUMÍNIO 2,40m	6

Fonte: Autoria própria, (2022).

Após a obtenção da lista de materiais, a proposta comercial é elaborada e enviada ao cliente, contendo gráficos da geração de energia elétrica do projeto, do *payback* e o retorno financeiro. No Anexo E é possível observar a proposta comercial para o projeto em análise.

Com o fechamento da venda do projeto fotovoltaico, segue-se com a elaboração do projeto. Para tanto, o segundo passo é o preenchimento do formulário de solicitação de acesso, padronizado pela ANEEL e fornecido pela Energisa, o qual pode ser observado no Anexo A. No mesmo são solicitados os dados principais da UC, dentre

eles: titularidade, endereço, dados do titular, número de fases, tensão de atendimento e potência da carga instalada. Também são solicitados dados do sistema fotovoltaico a ser projetado, como a potência e o tipo de fonte de geração.

Depois do preenchimento do formulário de solicitação de acesso, preenche-se o memorial técnico do projeto de GD solar, o qual pode ser observado no Anexo B. Nele são solicitados os mesmos dados do titular e UC, além de dados mais específicos do sistema fotovoltaico, como por exemplo os modelos dos painéis, inversores e *strings box* e os certificados do INMETRO dos mesmos.

Em seguida, segue-se com a elaboração do diagrama unifilar do sistema a ser projetado. No mesmo deve conter as características dos componentes do sistema, quantidade de *strings* e de placas nas mesmas, dimensionamento dos cabos utilizados, disjuntores, DPS e detalhes do ramal de entrada e aterramento. Por fim, são desenhadas as vistas frontal e superior, explicitando a localização do ramal de entrada, localização das placas, do inversor e dos quadros de proteção. Também deve conter na prancha de desenhos a planta de situação com indicação da localização da UC.

Na etapa da elaboração do diagrama unifilar, é necessário verificar qual a categoria de atendimento da UC e assim deve-se consultar os dados do padrão de entrada na NDU 001. Os respectivos dados para a UC em estudo podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados do padrão de entrada.

Tipo de conexão	Trifásico
Categoria de atendimento	T2
Tensão de conexão	380
Tipo do ramal de entrada	Subterrâneo
Classe de atendimento	Residencial
Seção mínima dos condutores do ramal de entrada	3#10(10)mm <sup>2</sup>
Disjuntor termomagnético	50 A
Condutor de aterramento	Cobre nu de 10mm <sup>2</sup>
Eletroduto de PVC rígido	32mm

Fonte: Autoria própria, (2022).

Em seguida, para dimensionar as *strings* do sistema fotovoltaico, devem ser analisados os dados técnicos nos datasheets dos painéis fotovoltaicos e do inversor. Os dados mais importantes para o projeto podem ser observados, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.

Fabricante	Jinko
Modelo	JKM450-60HL4-V 60M
Quantidade	22
Potência individual	450 Wp
Tensão de circuito aberto	41,18 V
Corrente de curto-circuito	13,85 A
Tensão máxima de energia	33,91 V
Corrente máxima de operação	13,27 A

Fonte: Autoria própria, (2022).

Tabela 5 - Dados técnicos do inversor.

Fabricante	GROWATT
Modelo	MIN 8000TL-X(E)
Quantidade de MPPT	2
Dados de entrada (CC)	
Potência máxima recomendada	11200 W
Tensão máxima	600 V
Faixa de tensão	60-550 V
Corrente máxima de entrada por MPPT	27 A
Corrente máxima de curto-circuito por MPPT	33,8 A
Dados de saída (CA)	
Potência nominal	8 kW
Tensão nominal	220 V
Frequência nominal	60 Hz
Corrente de saída máxima	38,3 A

Fonte: Autoria própria, (2022).

Para decidir o melhor arranjo dos painéis fotovoltaicos ao longo da *string*, foram levados em consideração os seguintes pontos:

- Para um arranjo em série, a soma das tensões de circuito aberto de todos os módulos deve ser menor que a tensão máxima de entrada dos MPPT's do inversor:

$$V_{oc} = 41,18 V$$

$$V_{m\acute{a}x \text{ entrada}} = 600 V$$

$$V_{m\acute{a}x\ entrada}/V_{oc} = 14,57$$

- A corrente de curto-circuito dos módulos deve ser menor que a corrente máxima suportada pelo MPPT;

$$I_{sc} = 13,85\text{ A}$$

$$I_{m\acute{a}x\ por\ MPPT} = 27\text{ A}$$

- Garantir uma melhor localização dos módulos no telhado da residência, de modo que caibam corretamente e evitando a projeção de sombras sobre os mesmos;

Com base na razão entre a tensão de circuito aberto e a tensão máxima de entrada, é possível observar que a quantidade máxima de painéis por *string* é de 14. Porém, o sistema possui 22 módulos, o que é superior a quantidade máxima permitida para que a tensão de circuito aberto seja inferior à tensão máxima de entrada no inversor. Logo, serão necessárias duas *strings*. Também é possível observar que a corrente de curto-circuito dos painéis é menor que a corrente máxima por MPPT exigida pelo inversor. Para atender a uma melhor localização dos painéis no telhado e evitar a projeção de sombras sobre os mesmos, decidiu-se colocar 2 *strings* com 11 módulos.

Em seguida, foram dimensionados os dispositivos de proteção. O disjuntor monopolar escolhido para a *string box* CA, foi de In-40 A, uma vez que a corrente máxima de saída do inversor é de 38,3 A. O DPS utilizado foi da classe II, com tensão nominal de 275 V, superior à 110% da tensão nominal(F-N) da rede, e corrente nominal de descarga (In) de 20 kA, visto que a unidade consumidora encontra-se em uma zona urbana. Os elementos de proteção CC estão presentes internamente no inversor.

Por fim, foram desenhadas as plantas de situação, vista superior, vista frontal e do pavimento no qual o inversor será instalado. As imagens com o diagrama unifilar, detalhes do padrão de entrada e as referidas plantas pode ser vista no Anexo C.

#### 4.2.2 Projeto Fotovoltaico de Iniciativa Pública

Durante o mes de julho, foi desenvolvido um projeto fotovoltaico de iniciativa pública, localizado em João Pessoa – PB. O projeto era composto por um sistema fotovoltaico que se encaixou na modalidade de autoconsumo remoto, cujo os credits de energia gerados por esse sistema fotovoltaico são destinados a duas unidades consumidoras, o sistema possui 55 módulos de 530 Wp e um inversor de 25 kW com elementos internos de proteção CC, totalizando uma potência de geração de 29,15 kWp. Além disso, o padrão de entrada da unidade consumidora principal corresponde a categoria de atendimento ‘T2’ da Energisa Borborema. A prancha de desenhos completa

pode ser observada no Anexo D.

### 4.3 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

O estagiário supervisionou a instalação de alguns projetos fotovoltaicos. A equipe designada para implementar os sistemas era composta por 4 pessoas, incluindo o estagiário. Embora não tenha participado da instalação em si, o mesmo acompanhou os passos e detalhes da instalação.

Primeiramente, os módulos fotovoltaicos são instalados no telhado da edificação. Caso o mesmo seja composto por telhas de fibrocimento, o que ocorreu na maioria dos projetos desenvolvidos, a instalação é feita utilizando parafusos do tipo prisioneiro para fixação em trilhos de alumínio, os quais são fixados na estrutura de fixação do próprio telhado. Na Figura 19 é possível observar fotografias obtidas durante o acompanhamento da instalação dos painéis.

Figura 19 - Acompanhamento da instalação dos módulos fotovoltaicos.



Fonte: Autoria Própria, (2022).

Após a fixação e conexão dos painéis, foi realizada a instalação do inversor de frequência e do quadro de proteção CA, o qual é composto pelo DPS CA e o disjuntor monopolar. Para tanto, deve ser marcado onde os mesmos devem ser instalados e o caminho por onde irão passar os eletrodutos. O estagiário acompanhou parte do processo de instalação dos mesmos. Na Figura 20 é possível observar algumas

imagens do procedimento de instalação dos inversores, quadro de proteção CA e a inserção dos eletrodutos.

Figura 20 - Instalação de eletrodutos, inversor e quadro de proteção.



Fonte: Autoria Própria, (2022).

#### 4.4 PARAMETRIZAÇÃO DOS INVERSORES

O inversor parametrizado pelo estagiário com a supervisão do engenheiro, era da fabricante Growatt, modelo MIN8000TL-X(E), que dispõe de um módulo Wi-Fi para configuração e acompanhamento em tempo real dos dados de geração do sistema. Na Figura 21 é mostrada uma imagem do respectivo módulo Wi-Fi.

Figura 21 - Imagem de um módulo Wi-Fi de um inversor Growatt.



Fonte: [https://www.magazineluiza.com.br/monitoramento-inversor-monitoramento-shine-wifi-x-linha-min-tl-x-max-growatt/p/kj6d55j1k/rc/rcnm/?&seller\\_id=antenadastore&utm\\_source=google&utm\\_medium=pla&utm\\_campaign=&partner\\_id=64262&&utm\\_source=google&utm\\_medium=pla&utm\\_campaign=&partner\\_id=58984&qclid=EAlaIQobChMI-H124j0-AIVDzORCh38Uw5uEAQYASABEgLB1vD\\_BwE&qclsrc=aw.d](https://www.magazineluiza.com.br/monitoramento-inversor-monitoramento-shine-wifi-x-linha-min-tl-x-max-growatt/p/kj6d55j1k/rc/rcnm/?&seller_id=antenadastore&utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=&partner_id=64262&&utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=&partner_id=58984&qclid=EAlaIQobChMI-H124j0-AIVDzORCh38Uw5uEAQYASABEgLB1vD_BwE&qclsrc=aw.d), (2022).

Primeiramente, deve ser feito um cadastro do usuário do inversor através do aplicativo ShinePhone, disponível para Android e IOS. Após o cadastro, deve ser feita a conexão com o módulo e escanear o QR Code disponível no dispositivo previamente conectado ao inversor.

Feita a conexão com o módulo, a configuração do inversor é feita por meio do site: <https://server.growatt.com/>. Ao entrar no mesmo, faz-se o login com o usuário e senha cadastrados. Em seguida, acessa-se a aba de Dispositivos > Configurações > Configurações Avançadas e, então, os parâmetros do inversor são configurados.

A configuração dos inversores deve estar de acordo com a NDU 013, a qual afirma que o tempo máximo de atuação das proteções contra subtensão, sobretensão, subfrequência e sobrefrequência devem ser no máximo igual a 0,2 segundos. Além disso, a norma estabelece que na ocorrência de uma eventual falta na rede elétrica durante a operação de paralelismo, o sistema fotovoltaico deve ser desligado em no máximo 2 segundos e, uma vez desconectado, sua reconexão deverá ocorrer, no mínimo, após 180 segundos depois da retomada das condições normais da rede da distribuidora. Na Tabela 6 é possível observar a forma no qual os parâmetros dos inversores foram configurados.

Tabela 6 - Parâmetros do inversor.

Funções	Parâmetros	Tempo de atuação
Subtensão	$V < 0,8 \text{ pu}$	Desligar em 0,2s
Sobretensão	$V > 1,1 \text{ pu}$	Desligar em 0,2s
Regime normal de operação	$0,8 < V < 1,1 \text{ pu}$	-
Subfrequência	$F < 57,5 \text{ Hz}$	Desligar em 0,2s
Sobrefrequência	$F > 62,0 \text{ Hz}$	Desligar em 0,2s
Frequência nominal da rede	$F = 60 \text{ Hz}$	-
Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia à rede	ilhamento	Interromper em até 2s
Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede	Reconexão	Religar após 180s

Fonte: NDU 013, (2022).

#### 4.5 VISTORIA TÉCNICA

A etapa final do processo de instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede é a inspeção por técnicos de uma concessionária de energia para verificar se a instalação está em conformidade com as normas e regulamentos do projeto elétrico, antes que o sistema esteja realmente conectado à rede.

Devido à pandemia, a maioria das investigações está sendo conduzida remotamente via chamada de vídeo. Primeiramente, as imagens do medidor de energia, quadro de proteção e inversor devem ser enviadas ao técnico. Logo em seguida, o mesmo fará uma chamada de vídeo para acompanhar e realizar o teste de ilhamento e reconexão do inversor e visualizar o padrão de entrada da UC. O estagiário, embora não tenha participado da videochamada, acompanhou todo o processo da vistoria.

## 5 CONCLUSÃO

Ao final do estágio, o aluno conseguiu realizar vários projetos de sistemas de microgeração distribuída fotovoltaicos aplicados em residenciais, comércios e edificações públicas e também ocorreu o acompanhamento de obras e parametrização de inversores. Por meio dessas atividades desenvolvidas, foi possível aplicar os conceitos e conteúdos abordados nas disciplinas ao longo da graduação, dentre elas Instalações Elétricas, Geração de Energia Elétrica, Proteção de Sistemas Elétricos e Engenharia Econômica. Portanto, o estagiário conseguiu desenvolver todas as atividades propostas pelo estágio.

O acompanhamento das obras foi uma atividade essencial, na qual foi possível observar com mais detalhes o processo de instalação dos equipamentos de um sistema fotovoltaico e dos quadros de proteção. Além disso, permitiu consolidar os conhecimentos adquiridos e principalmente agregar novas experiências fundamentais para um engenheiro eletricitista, principalmente diante desta pandemia, na qual as aulas do Laboratório de Instalações Elétricas ocorreram de forma remota.

Dessa forma, a experiência proporcionada pelo estágio foi importante para estimular o aluno a continuar em busca de novos conhecimentos e prepará-lo cada vez mais para o exercício da profissão de engenharia elétrica no mercado de trabalho.

## REFERENCIAS

ALDO SOLAR. Loja. Disponível em: < <https://www.aldo.com.br>>. Acesso em 14 de julho de 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa Nº 482. 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br>>. Acesso em: 06 de out. 2015.

CARLETTE, L. P. Comparação de Algoritmos de Máxima Potência em Sistemas Fotovoltaicos como Carregador de Baterias. Monografia. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2015. Acesso em: 24 de junho de 2022.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Alternativas Energéticas: uma visão Cemig. Belo Horizonte: CEMIG, 2012. Acesso em: 08 de julho de 2022.

CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA; CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014. Acesso em: 06 de julho de 2022.

IEEE - INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICOS. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. 2014. Disponível em :< <http://www.ieee.org.br/wpcontent/uploads/2014/05/energia-solar-fotovoltaica-terceira-geracao.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE). O que é Geração Distribuída?. Disponível em <[http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp)>. Acesso em: 24 de junho de 2022.

NEOSOLAR. Energia Solar Fotovoltaica: Tudo Sobre. Disponível em <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica#o-que-e-energia-solar-fotovoltaica>>. Acesso em 12 de julho de 2022.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica. Porto: Publindústria, 2011. Acesso em: 26 de junho de 2022.

PINHO, J. T.; GALDINO M. A.; Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, 2014. Acesso em 12 de julho de 2022.

RAIMUNDO, T. H. A. Curso Projetando e Dimensionando Sistema Fotovoltaico. Disponível em: <<https://aett.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Curso-PROJETANDO-E-DIMENSIONANDO-SISTEMA-FOTOVOLTAICO-Oficial.pdf>>. Acesso em 28 de junho de 2022.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações – 1ª edição. São Paulo: Érica LTDA, 2012. Acesso em: 15 de junho de 2022.

## ANEXO A – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO

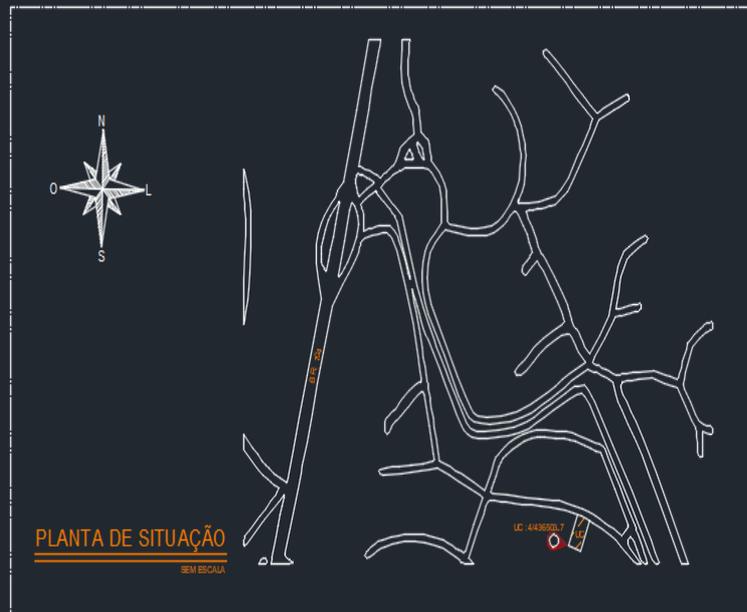
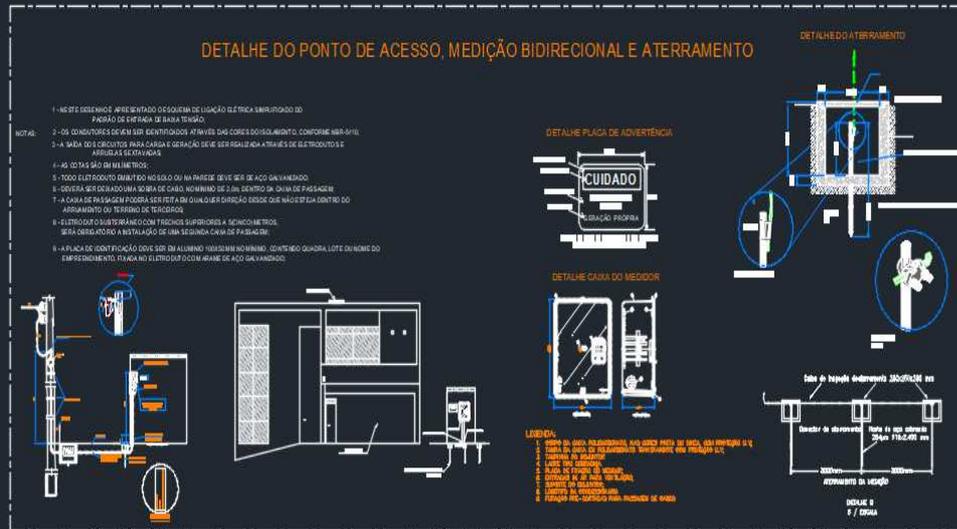
SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA IGUAL OU INFERIOR A 10kW									
1. IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC									
Código da UC:					Classe:				
Titular da UC:									
Logradouro:									
N°:	Bairro:				Cidade:				
E-mail:					UF:		CEP:		
Telefone:					Celular:				
CNPJ/CPF:									
2. DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC									
Potência Instalada (kW):					Tensão de Atendimento:				
Tipo de Conexão:	Monofásica	<input checked="" type="checkbox"/>	Bifásica	<input type="checkbox"/>	Trifásica	<input type="checkbox"/>			
Tipo de Ramal:	Aéreo			<input checked="" type="checkbox"/>	Subterrâneo		<input type="checkbox"/>		
3. DADOS DA GERAÇÃO									
Potência Instalada de Geração (kWp):									
Tipo da Fonte de Geração:	Solar	<input checked="" type="checkbox"/>	Eólica	<input type="checkbox"/>	Biomassa	<input type="checkbox"/>			
	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				

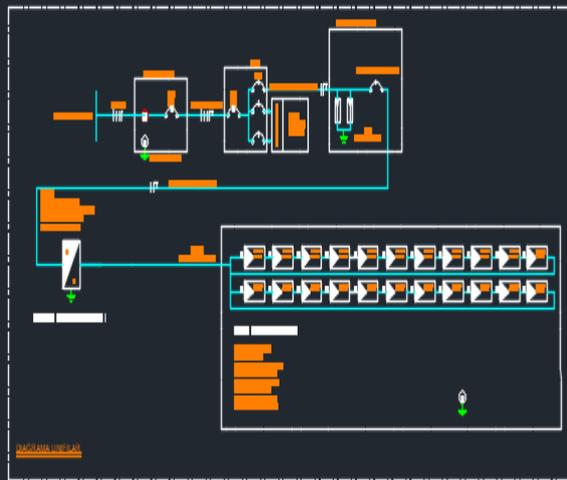
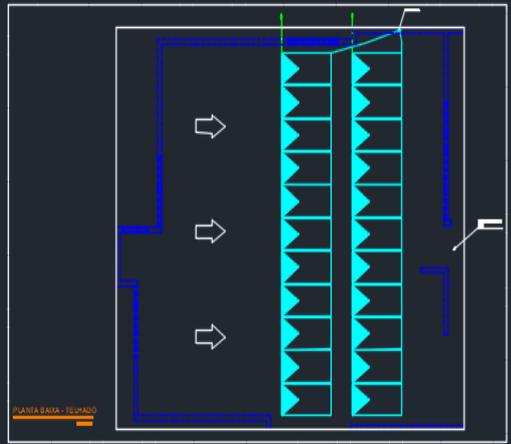
## ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO

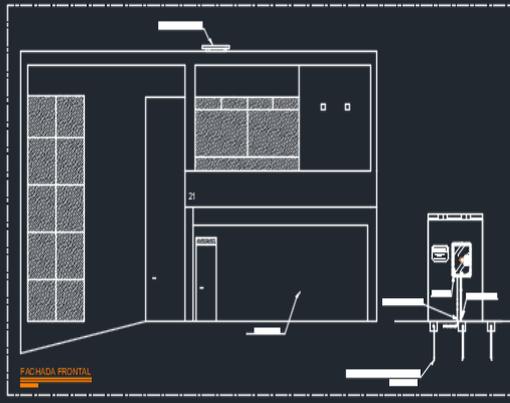
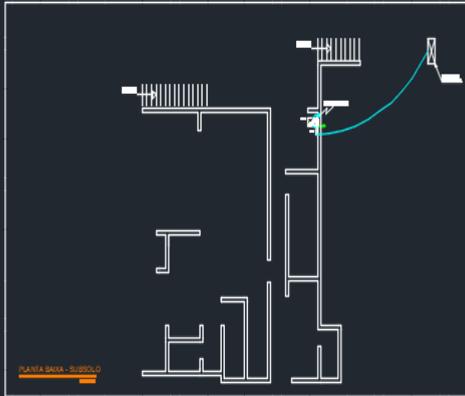
MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD) SOLAR							
Tipo de Projeto		Previsão de Atendimento:					
FINALIDADE:							
Normas e Padrões Técnicos e Resoluções Relacionadas:							
<b>DADOS DO PROPRIETÁRIO</b>							
NOME:							
PESSOA:		CPF:		RG/EMISSOR:			
ENDEREÇO:		CIDADE:		N°:		COMP.:	
BAIRRO:		CIDADE:		N°:		UP:	
EMAIL:		CIDADE:		N°:		UP:	
TELEFONE-01:		02:		03:			
<b>DADOS DA OBRA</b>							
EDIFICAÇÃO:							
ENDEREÇO:		CIDADE:		N°:		COMP.:	
BAIRRO:		CIDADE:		N°:		ZONA:	
<b>Dados da Unidade Consumidora Geradora</b>							
UNIDADE CONSUMIDORA EXISTENTE:				<u>Modalidade</u>			
Tipo de Fonte da Geração				<u>Potência da Geração</u>			
Potencia previamente instalada da UC:				<u>Tipo do Ramal de Entrada</u>			
Tipo de conexão				<u>Classe de Atendimento</u>			
Tensão de conexão							
Dimensionamento do Padrão de Entrada							
<b>DESCREVER ABAIXO TODAS AS UC'S QUE IRÃO PARTICIPAR DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO:</b>							
N° UC		% de Compensação		N° UC		% de Compensação	
<b>DADOS DO RESP. TÉCNICO</b>							
NOME:							
REG. PROFISSIONAL:		ORGÃO:		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>Potencia 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>Modelos dos Inversores</i>	
<i>Potencia Individual dos Inversores (KW):</i>		<i>Quantidade de Inversores</i>	
<i>Potencia Total dos Inversores(kW):</i>		<i>Localização dos Inversores:</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>	$80\% < V = < 110\%$	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 o 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			

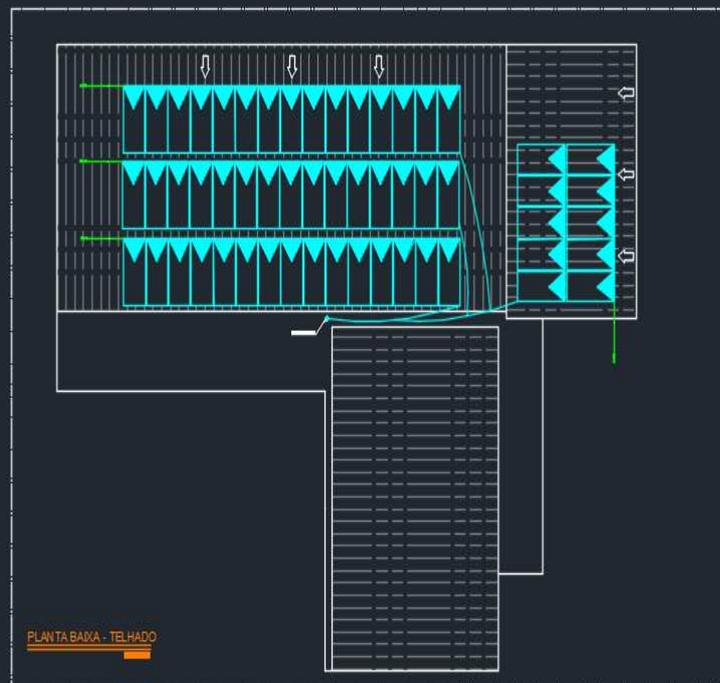
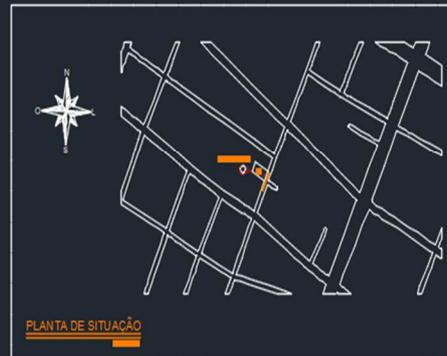
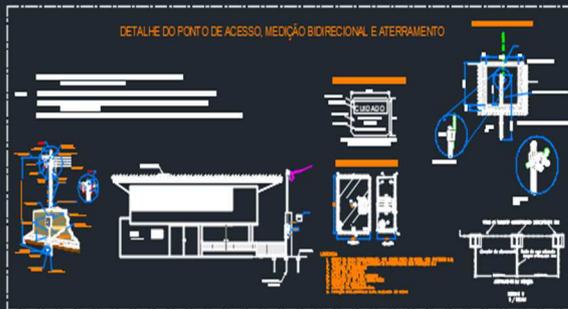
## ANEXO C – IMAGENS DA PRANCHA DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL



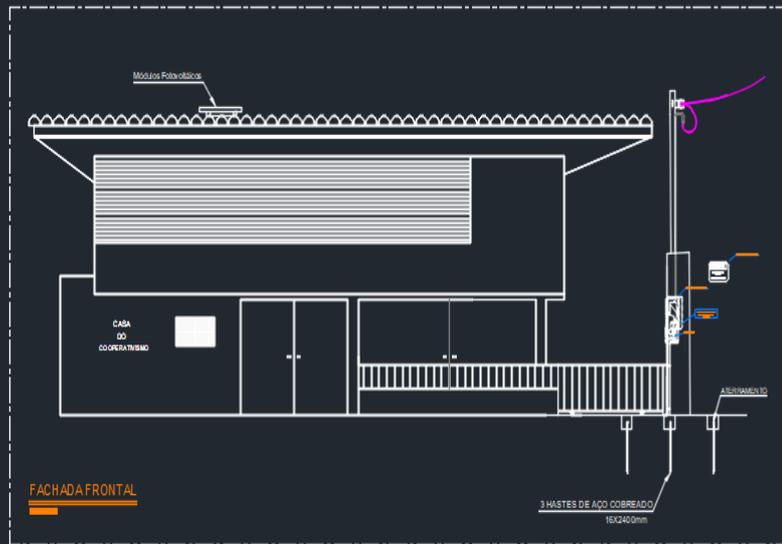




## ANEXO D – IMAGENS DA PRANCHA DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO DE INICIATIVA PÚBLICA







## ANEXO E – PROPOSTA COMERCIAL DA SOLAR NOBRE



ENERGIA SOLAR  
SERVIÇOS ELÉTRICOS



CONFORTO PARA A SUA FAMÍLIA  
ECONOMIA PARA SEU NEGÓCIO



Proposta comercial N°168  
SistemaFotovoltaicode8.61kWp

Matriz: Rua Dom Pedro II, n° 250, Centro, Loja 04 Campina Grande - PB • ( 83 ) 999460497

Filial: Avenida deputado américo Maia, n° 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 como concessionária local**

**Instalação do sistema fotovoltaico Sistema de**

**Monitoramento Wifi**

@SOLARNOBRE



## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

### DADOS DO CLIENTE

Nome:	
CPF/CNPJ:	
Telefone:	
Email:	

### 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).

### 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.

@SOLARNOBRE



## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

### Geração de Energia

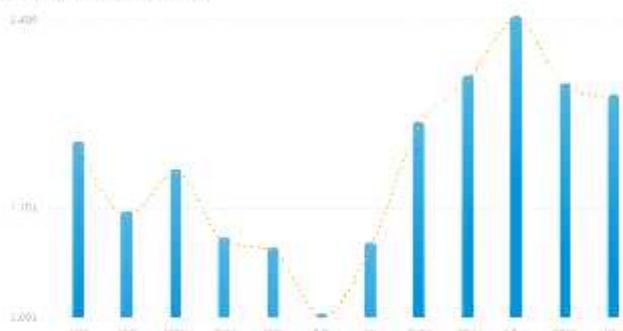
Potência: 9.9kWp

Estimativa de geração anual: 15.692 kWh

Geração média mensal: 1.300 kWh

Estimativa mensal de geração	
Janeiro	1.337 kWh
Fevereiro	1.242 kWh
Março	1.290 kWh
Abril	1.205 kWh
Maió	1.292 kWh
Junho	1101 kWh
Julho	1.198 kWh
Agosto	1.364 kWh
Setembro	1427 kWh
Outubro	1.509 kWh
Novembro	1.417 kWh
Dezembro	1.401 kWh

Análise gráfica da geração de energia do projecto  
Sistema grande estabelecimento 9.91 kWp



Voltar ao sistema

Resumo de análise:

MÓDULOS CONFIGURADOS:	71
ÁREA CONFIGURADA:	47 m <sup>2</sup>
POTÊNCIA CONFIGURADA:	9.91 kWp
GERAÇÃO ANUAL:	14.492 kWh
GERAÇÃO MÉDIA MENSAL:	1.208 kWh
kWh / kWp / Ano:	1.430
kWh / kWp / Mes:	140

@SOLARNOBRE



## 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 se encontra 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.

@SOLARNOBRE



## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

### Equipamentos

#### KIT PREMIUM

Título	Descrição	Qte
<b>Módulos</b>		
	MÓDULO FOTOVOLTAICO JINKO 450WP MONO HALFCELL	22
<b>Inversores</b>		
	GROWATT 10 KW	1
<b>String Boxes</b>		
	STRING BOX SICES ONESTO - 2 CORDAS E 2 SAIDAS -	2
<b>Estruturas</b>		
	PERFIL CERAMIC ROOFTOP 3,15MT	12
	PERFIL CERAMIC ROOFTOP 2,10MT - 9PI000000000053	2
	PERFIL CERAMIC ROOFTOP 1,57MT	2
	Terminal Final 2.0 35mm - 9PI000000000062	8
	Terminal Intermediário 2.0 35mm	38
	PARAFUSO ESTRUTURAL - AISI 316 - M10X250 - ROSCA SEM FIM	32
	2.0 JUNÇÃO CERAMIC ROOFTOP	12
	PORCA M10 INOX A2 - 2606SSP108	32
	PARAFUSO CABECA MARTELO M10 28/15 - 2605SSPCM106	32
<b>Variedades</b>		
	CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC PT ABNT NBR 16612	90
	CABO SOLAR 6MM ATE 1800V CC VM ABNT NBR 16612	90
	PAR CONECTORES FV FEMEA/ MACHO	6
<b>SERVIÇOS</b>		
	PROJETO, INSTALAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO	1
<b>VALOR FINAL</b>		
	A VISTA	R\$ 46.000,00
	BV FINANCEIRA 60X R\$ 1070,85 72X R\$ 984,31	R\$ 46.000,00

#### 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.

@SOLARNOBRE



## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

### Fluxo de caixa

Caixa acumulado: 1.970.290,66  
 Valor presente líquido: 343.837,75  
 Taxa interna de retorno (TIR): 46  
 Payback Simples: 2 Anos e 6 Meses

Ano	Valor
1	R\$ -46.000,00
2	R\$ -23.464,97
3	R\$ -8.646,81
4	R\$ 7.575,75
5	R\$ 25.335,42
6	R\$ 44.777,39
7	R\$ 66.060,52
8	R\$ 89.358,63
9	R\$ 114.861,88
10	R\$ 142.778,32
11	R\$ 173.335,55
12	R\$ 206.782,57
13	R\$ 243.391,76
14	R\$ 283.461,09
15	R\$ 327.316,49
16	R\$ 375.314,48
17	R\$ 427.845,03
18	R\$ 485.334,67
19	R\$ 548.249,91
20	R\$ 617.100,98
21	R\$ 692.445,89
22	R\$ 774.894,90
23	R\$ 865.115,37
24	R\$ 963.837,11
25	R\$ 1.071.858,17
26	R\$ 1.190.051,20
27	R\$ 1.319.370,38
28	R\$ 1.460.859,01
29	R\$ 1.615.857,78
30	R\$ 1.785.013,84
31	R\$ 1.970.290,66

@SOLARNOBRE



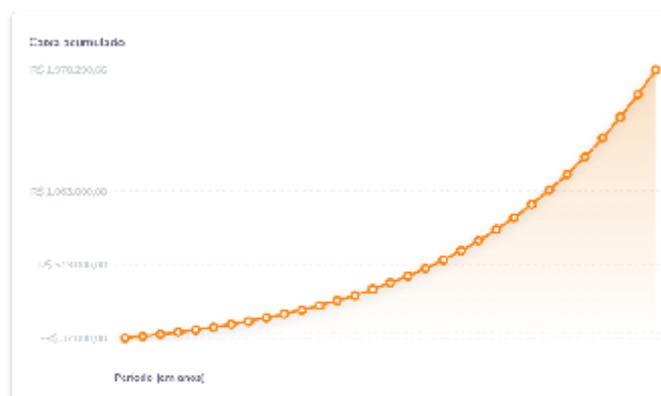
## ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS ANÁLISE FINANCEIRA

O sistema acima possui um custo final de 37.000,00 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	46.000,00
Tempo de Vida do projeto	30
Inflação anual	10
Perda de Eficiência ao longo da vida	14
Preço atual kWh + Impostos	0,86
Caixa Acumulado	1.970.290,66
Valor Presente Líquido	343.837,75
Taxa de Retorno	46
Payback Simples	2 Anos e 6 Meses

### GRÁFICO DE PAYBACK E RETORNO FINANCEIRO



@SOLARNOBRE



## 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

**ABB**

**Fronius**

**JA SOLAR**

**CanadianSolar**

**risen**  
solar technology

**SUNGROW**

**AE SOLAR**

**SMA**

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