



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

NATHALIA BARBOSA NEVES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO SOLAR NOBRE

Campina Grande, Paraíba.
Outubro de 2021

NATHALIA BARBOSA NEVES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO – SOLAR NOBRE

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande como
parte dos requisitos necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.*

Talvanes Meneses Oliveira, D. Sc.
Orientador

Alexandre Cunha Oliveira, D. Sc.
Convidado

Campina Grande, Paraíba.
Outubro de 2021

RESUMO

Neste relatório, são descritas as principais atividades realizadas pela estagiária Nathalia Barbosa Neves, graduanda em Engenharia Elétrica, durante o estágio supervisionado na empresa Solar Nobre no período de 16 de junho de 2021 a 01 de outubro de 2021, com o total de 308 horas. O estágio foi realizado no setor de projetos da empresa, sob a supervisão do engenheiro Eduardo Silva Fernandes. As principais atividades desenvolvidas dizem respeito à elaboração de projetos de sistemas fotovoltaicos. Com as atividades desenvolvidas durante o estágio, a discente aprofundou conhecimentos acadêmicos obtidos durante a sua formação na graduação, contribuindo para uma considerável evolução profissional, tornando-a cada vez mais capaz e independente, evoluindo no processo de modo a conceber projetos com mais qualidade em menor período de tempo.

Palavras-chave: sistemas fotovoltaicos, energia sustentável, Solar Nobre.

ABSTRACT

This report describes the main activities carried out by the intern Nathalia Barbosa Neves, a graduate student in Electrical Engineering, during her supervised internship at the company Solar Nobre from June 16, 2021 to October 1, 2021, with a total of 308 hours. The internship was held in the company's project sector, under the supervision of the engineer Eduardo Silva Fernandes. The main activities developed concern the elaboration of projects of photovoltaic systems. The activities developed during the internship allowed the student to deepen academic knowledge obtained during her graduation, contributing to a considerable professional evolution, making her increasingly capable and independent, evolving in the process in order to design projects with more quality in shorter period of time.

Keywords: photovoltaic system, sustainable energy, Solar Nobre.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fachada da empresa Solar Nobre.....	13
Figura 2: Escritório da empresa Solar Nobre.....	13
Figura 3: Sistema solar fotovoltaico <i>off grid</i>	16
Figura 4: Sistema solar fotovoltaico <i>on grid</i>	17
Figura 5: Plataforma da distribuidora Solar Livre.	20
Figura 6: Plataforma da distribuidora Aldo Solar.	21
Figura 7: Plataforma da distribuidora Sices Solar.....	21
Figura 8: Fachada da UC.	24
Figura 9: Diagrama unifilar do projeto.....	27
Figura 10: Módulos fotovoltaicos em telhas de fibrocimento.	27
Figura 11: Processo de instalação e resultado.....	28
Figura 12: Modelo de placa de advertência e sua instalação.	30
Figura 13: <i>post</i> em carrossel das redes sociais da Solar Nobre.	31
Figura 14: <i>Banner</i> com os contatos da Solar Nobre.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de materiais do projeto.	24
Tabela 2: Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.	25
Tabela 3: Dados técnicos do inversor.....	25
Tabela 4: Ajustes recomendados das proteções na parametrização do inversor.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

CA - Corrente Alternada

CC - Corrente Contínua

DPS – Dispositivo de Proteção contra Surtos

GD - Geração Distribuída

GDF - Geração Distribuída Fotovoltaica

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

MPPT - *Maximum Power Point Tracking*

NDU - Norma de Distribuição Unificada

UC - Unidade Consumidora (UC)

LISTA DE SÍMBOLOS

V_{oc} : Tensão de Circuito Aberto dos Painéis Fotovoltaicos

I_{sc} : Corrente de Curto Circuito dos Painéis Fotovoltaicos

V_{mp} : Tensão de Operação dos Painéis Fotovoltaicos

I_{mp} : Corrente de Operação dos Painéis Fotovoltaicos

U_{dc} : Tensão de Partida do Inversor

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos.....	10
1.2	Organização do Texto	11
2	A EMPRESA.....	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1	Geração Distribuída.....	14
3.2	Geração Distribuída Fotovoltaica	14
3.2.1	Sistema Solar Fotovoltaico <i>Off Grid</i>	15
3.2.2	Sistema Solar Fotovoltaico <i>On Grid</i>	16
3.3	Resolução Normativa N° 687/2015.....	18
3.4	Norma de Distribuição Unificada 013 – Energisa	19
3.5	Norma de Distribuição Unificada 001 – Energisa	19
4	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	20
4.1	Orçamento.....	20
4.2	Acompanhamento e Execução de Obras	22
4.2.1	Projeto Fotovoltaico de uma Residência em Campina Grande – Pb.....	23
4.3	Parametrização dos Inversores.....	31
4.4	Marketing Digital.....	31
5	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS.....	34
	APÊNDICE A – PROJETO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO	36
	APÊNDICE B – PARAMETRIZAÇÃO DO INVERSOR SOFAR.....	37
	ANEXO I – ORÇAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO	41
	ANEXO II – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA (ATÉ 10 kW).....	42
	ANEXO III – MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR.....	43

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório aborda as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado com duração de 308 horas, realizado no setor de engenharia da empresa Solar Nobre. A empresa está localizada em Campina Grande – PB e o estágio ocorreu durante o período compreendido entre 16 de junho e 01 de outubro do ano de 2021, com carga horária de 20 horas semanais. O estágio foi realizado sob supervisão do engenheiro eletricitista Eduardo Silva Fernandes.

O estágio, supervisionado ou integrado, é disciplina integrante da matriz curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, sendo obrigatória a sua realização com aprovação para a obtenção do diploma de bacharel em Engenharia Elétrica. Além disso, e da possibilidade de aumento da interação empresa-universidade, o estágio permite o aprofundamento dos conhecimentos teórico-práticos abordados durante toda a formação no curso de engenharia elétrica, bem como, a iniciação no mercado de trabalho.

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram, especificamente, no setor de elaboração de projetos da empresa, sendo na elaboração de orçamentos dos sistemas fotovoltaicos, na elaboração do *layout* dos projetos e no preenchimento de documentos técnicos para envio para a concessionária de energia, bem como, na participação na supervisão das instalações dos sistemas fotovoltaicos.

1.1 Objetivos

No termo de compromisso de estágio formulado pela empresa foram determinadas as seguintes atividades a serem cumpridas durante a vigência do contrato:

- **Captação de clientes** - Treinamento específico para realizar a prospecção de clientes para a realização de projetos elétricos de instalações elétricas residenciais, prediais, atendendo principalmente o setor solar fotovoltaico;
- **Elaboração de orçamentos** - Com acesso ao sistema das distribuidoras parceiras da empresa, responsável pela cotação dos diferentes materiais e modelos, o estagiário irá elaborar propostas comerciais;

- **Marketing Digital** - Desenvolvimento de conteúdo para promoção da empresa nas redes sociais;
- **Elaboração de projetos de sistemas fotovoltaicos** - Treinamento conforme NDU001 e NDU013, para tornar o estagiário apto a realizar o projeto do cliente e homologação com a concessionária local;
- **Supervisão da instalação dos sistemas fotovoltaicos** - Realizar supervisão das instalações dos sistemas fotovoltaicos. Após a instalação de todos os equipamentos elétricos que compõem o sistema fotovoltaico, realizar o procedimento padrão para verificação dos parâmetros do inversor de frequência antes da energização dos equipamentos de acordo com as exigências da normativa NDU013.

1.2 Organização do Texto

O documento está dividido em 5 capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução, no qual é exposta uma breve contextualização a respeito do estágio e seus objetivos.

No segundo capítulo é feito um breve histórico da empresa e são listadas os principais segmentos de atuação da empresa.

No terceiro capítulo é apresentada a fundamentação teórica que trata de conceitos teóricos para melhor compreensão das atividades desenvolvidas no estágio, a saber: Geração Distribuída, Geração Distribuída Fotovoltaica, Sistema solar fotovoltaico *off grid*, Sistema solar fotovoltaico *on grid*, Resolução Normativa nº 687/2015 e as Normas de Distribuição Unificada 001 e 013 da Energisa

No quarto capítulo são descritas as principais atividades desenvolvidas durante o Estágio Supervisionado.

E no quinto capítulo são apresentadas as conclusões obtidas por meio da participação no Estágio Supervisionado.

2 A EMPRESA

A Solar Nobre é uma microempresa paraibana, com sede em Campina Grande – PB e filial em Catolé do Rocha – PB, fundada em 2017 por Eduardo Silva Fernandes. Possui como missão promover o aumento na utilização da energia de fonte solar fotovoltaica, através de sistemas isolados e conectados à rede elétrica.

É uma empresa de pequeno porte, que vem se destacando no mercado de energia solar, executando projetos em João Pessoa, Campina Grande e cidades do interior da Paraíba. A empresa oferece aos seus clientes uma variedade de serviços elétricos e, a possibilidade de gerar sua própria energia elétrica, de modo a proporcionar a redução em sua fatura de energia por meio do sistema de compensação do excedente gerado. Além disso, a empresa oferece serviços de manutenção destes sistemas, padronização da entrada de energia, produção e execução de projetos elétricos residenciais e prediais, sistemas de automação residencial e industrial, e aquecimento de piscinas.

O setor de projetos da empresa é responsável pela elaboração das propostas dos sistemas para os clientes e do desenvolvimento de todos os projetos aprovados, de modo a serem compatíveis com o orçamento e com os padrões exigidos pela concessionária que atua no local da instalação do sistema.

Existe uma sala exclusiva para o setor de estágios, onde todos os colaboradores que participam do programa de estágios são acomodados e, com a supervisão do engenheiro responsável, são realizadas as atividades propostas, reuniões e cursos oferecidos pela empresa, possibilitando um conhecimento teórico e prático ao estagiário.

Na Figura 1 é ilustrada a fachada da empresa, localizada na Rua Dom Pedro II, nº 250, Loja 4, Bairro da Prata em Campina Grande. A Figura 2 ilustra o ambiente interno da loja.

Figura 1: Fachada da empresa Solar Nobre.



Fonte: SOLAR NOBRE, 2021

Figura 2: Escritório da empresa Solar Nobre.



Fonte: SOLAR NOBRE, 2021.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos teóricos necessários para o melhor entendimento das atividades desenvolvidas durante o estágio. As subseções da fundamentação teórica, são: geração distribuída, geração distribuída fotovoltaica, Resolução Normativa nº 687/2015, NDU-013 e NDU-001.

3.1 Geração Distribuída

A matriz energética brasileira é composta majoritariamente por energia hidráulica por conta da grande distribuição de água no território nacional e complementada por energia térmica em períodos de estiagem (LUCCHESI, *et al.*, 2018). Com o aumento da população e desenvolvimento da tecnologia a demanda energética do país cresceu dando espaço à geração de energia elétrica por novas fontes sustentáveis (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020).

A partir de 2012, o uso crescente de fontes sustentáveis de energia, principalmente solar e eólica, causou mudanças significativas no sistema elétrico brasileiro. Este crescimento se deu após a aprovação da Resolução Normativa nº 482 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio da qual os consumidores além de gerar a própria energia elétrica e ainda podem fornecer o excedente da potência gerada para a rede de distribuição em que está instalada (REINALDO, DUPCZAK e ARANHA NETO, 2020).

Este tipo de geração é denominado de geração distribuída (GD) que é caracterizada pela instalação de geradores de pequeno porte localizados próximos aos consumidores de energia elétrica (LOPES, FERNANDES e MUCHALUAT-SAADE, 2015). Quando a potência instalada é de até 75 quilowatts (kW) tem-se a microgeração e quando a potência for acima de 75 kW e menor ou igual a 5 megawatts (MW) tem-se a minigeração (ANEEL, 2015).

3.2 Geração Distribuída Fotovoltaica

No Brasil, a energia solar fotovoltaica é a fonte de energia elétrica sustentável que tem tido um excelente incremento na matriz energética em razão da radiação solar em todo o território nacional, além do barateamento dos equipamentos deixar a tecnologia mais acessível (BANCO DO NORDESTE DO BRASIL, 2021), sendo denominada Geração Distribuída Fotovoltaica (GDF). Um fator estimulante à GDF no Brasil é que o país possui uma localização privilegiada quanto a incidência de radiação solar, por estar próximo à linha do Equador. Outro grande incentivador, é o sistema de compensação de energia elétrica (Net Metering), trazido pela resolução normativa nº 482 publicada pela ANEEL, onde a energia produzida pela GDF que não foi consumida é injetada na rede produzindo créditos de energia que podem ser utilizados pelo consumidor posteriormente (NARUTO, 2017).

A geração de energia elétrica a partir da energia solar se dá por meio de células fotovoltaicas. Essas células fotovoltaicas são reunidas em módulos de diversas capacidades, consistindo estes nos produtos disponibilizados comercialmente no mercado. Os módulos são utilizados nos sistemas fotovoltaicos, que são conjuntos de equipamentos que juntos formam um conversor por onde se torna possível transformar a energia solar fotovoltaica em energia elétrica. Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados como sistemas isolados (*off grid*) e conectados à rede (*on grid*) (BANCO DO NORDESTE, 2021).

3.2.1 Sistema solar fotovoltaico *off grid*

O sistema solar fotovoltaico *off grid* é um sistema não conectado à rede elétrica e armazena a energia solar excedente em baterias para ser utilizada quando não houver produção. O sistema abastece os aparelhos domésticos e eletrônicos da residência, que utilizará a energia de forma direta. Essa opção é principalmente utilizada em locais remotos, visto que, para muitos, é a maneira mais econômica e simples de gerar energia elétrica em locais onde há indisponibilidade ou instabilidade na rede.

O sistema *off grid* tem seu funcionamento igual ao sistema *on grid*, sendo aproveitado em atividades do dia a dia como bombeamento de água, iluminação, e eletrificação de cercas, por exemplo. A energia elétrica derivada de sistema *off grid*, quando armazenada em baterias, pode ser utilizada em dias chuvosos, nublados e durante a noite.

A operação de um sistema *off grid* ocorre com o mesmo padrão de captação da luz do sol para a conversão de energia solar em energia elétrica, utilizando equipamentos como painéis solares, inversor de frequência, controlador de carga e baterias (PORTAL SOLAR, 2021). Na Figura 3, está representado o sistema solar fotovoltaico *off grid*.

Figura 3: Sistema solar fotovoltaico *off grid*.



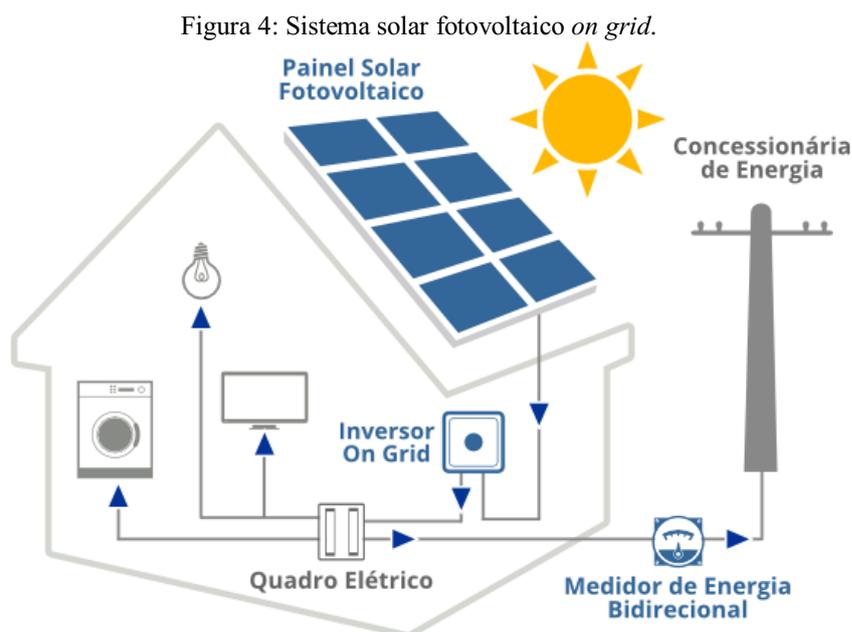
Fonte: NEOSOLAR, 2021.

Da Figura 3, tem-se que o sistema solar fotovoltaico *off grid* é composto pelos painéis fotovoltaicos os quais são responsáveis por transformar energia solar em energia elétrica, o controlador de carga que serve para evitar sobrecargas ou descargas exageradas na bateria aumentando a sua vida útil e desempenho, o inversor de frequência o qual é responsável por transformar a tensão contínua (CC) das baterias em tensão alternada (CA) que é o tipo de tensão utilizada pelos eletrodomésticos nas residências. As baterias, de tensão contínua, armazenam a energia elétrica para que o sistema possa ser utilizado quando não há sol (NEOSOLAR, 2021).

3.2.2 Sistema solar fotovoltaico *on grid*

Os sistemas fotovoltaicos *on grid* são caracterizados por se conectarem à rede de distribuição de energia elétrica local e dispensam o uso de baterias e controladores de carga. No sistema *on grid*, a energia produzida pela GDF que não foi consumida pela unidade consumidora ao qual a GDF está instalada é injetada na rede de distribuição

produzindo créditos de energia que podem ser utilizados pelo consumidor posteriormente (NARUTO, 2017). Este é um dos fatores estimulantes ao crescimento das GDF no Brasil e é chamado de sistema de compensação de energia elétrica (*Net Metering*), trazido pela resolução normativa nº 482 publicado pela ANEEL. Na Figura 4, está representado o sistema solar fotovoltaico *on grid*.



Fonte: FOTÓN ENGENHARIA SUSTENTÁVEL, 2019.

Conforme ilustrado na Figura 4, os painéis solares fotovoltaicos captam a luz solar através de células fotovoltaicas e a transformam em energia elétrica em corrente contínua. Essa corrente, passa pelo dispositivo de proteção CC, a *string box* CC, cuja principal função é proteger a instalação dos módulos fotovoltaicos contra descargas atmosféricas. Ela aloja no seu interior fusíveis, disjuntores, protetores de surto e uma chave seccionadora. Essa chave tem o objetivo de isolar o inversor de frequência das correntes e tensões vindas dos módulos (HORSTMANN e FIGUEIREDO JÚNIOR, 2020). No mercado, há inversores de frequência que possuem os dispositivos de proteção CC em sua própria carcaça, não sendo necessário a compra separada da *string box*. Após passar pela *string box*, a corrente contínua chega ao inversor de frequência CC/CA onde é realizada a conversão para corrente alternada, necessária para ser utilizada em residências. Além disso, o inversor também garante a segurança de todo o sistema, realiza monitoramentos e é responsável pela qualidade da energia produzida. No lado CA, onde ocorre a conexão do inversor de frequência com a rede de energia elétrica da

concessionária, é utilizado um disjuntor para seccionamento e proteção dos cabos de fase e DPS para proteção contra sobretensões (LOSSIO, 2015). Após ser convertida para corrente alternada a energia é injetada na rede elétrica da residência para ser consumida e a energia excedente passará pelo medidor de energia bidirecional e será injetada na rede de distribuição, gerando créditos de energia para o consumidor (FOTÓN ENGENHARIA SUSTENTÁVEL, 2019).

3.3 Resolução Normativa nº 687/2015

Em 17 de abril de 2012, entrou em vigor a resolução normativa nº 482, estabelecida pela ANEEL, estabelecendo as condições de acesso a microgeração e minigeração distribuída e estabelecendo, ainda, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (*Net Metering*) de modo que a energia produzida pela GDF que não seja consumida pela unidade consumidora ao qual a GDF está instalada pode ser injetada na rede de distribuição produzindo créditos de energia que podem ser utilizados pelo consumidor posteriormente, num prazo de 60 meses.

Com o objetivo de reduzir os custos e tempo para a conexão da microgeração e minigeração, compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL, 2018).

As principais inovações trazidas pela Resolução Normativa nº 687/2015 foram:

- Uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (kW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- Aumento do prazo de validade dos créditos que passou de 36 para 60 meses, sendo que eles podem também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos é denominado Autoconsumo Remoto;
- Criação da modalidade Geração Compartilhada, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem

uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados (ANEEL, 2018).

3.4 Norma de Distribuição Unificada 013 – energisa

A Norma de Distribuição Unificada (NDU) 013 apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a conexão de geradores à rede de distribuição de Baixa de Tensão, nas concessionárias do Grupo Energisa S.A..

O objetivo desta norma é estabelecer padrões e procedimentos de acesso, critérios técnicos, operacionais e o relacionamento operacional envolvidos na conexão de consumidores, atendidos em baixa tensão, que utilizem cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica, observando as exigências técnicas e de segurança recomendadas pela ABNT, e em conformidade com as Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Os projetos devem ser aprovados pela concessionária, conforme rege a NDU 013. Após a aprovação, os mesmos ficam aptos para serem executados. Após toda a instalação, deverá ser encaminhado à concessionária o pedido de vistoria. Somente após a aprovação das instalações, mediante vistoria da concessionária, o sistema será considerado homologado e finalizado (ENERGISA, 2019).

3.5 Norma de Distribuição Unificada 001 – energisa

A NDU 001 apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão, nas concessionárias do Grupo Energisa, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW. Estabelecendo padrões, procedimentos, critérios técnicos e operacionais envolvidos nas instalações individuais ou agrupadas até três unidades consumidoras, observando as exigências técnicas e de segurança recomendadas pela ABNT, e em conformidade com as Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (ENERGISA, 2019).

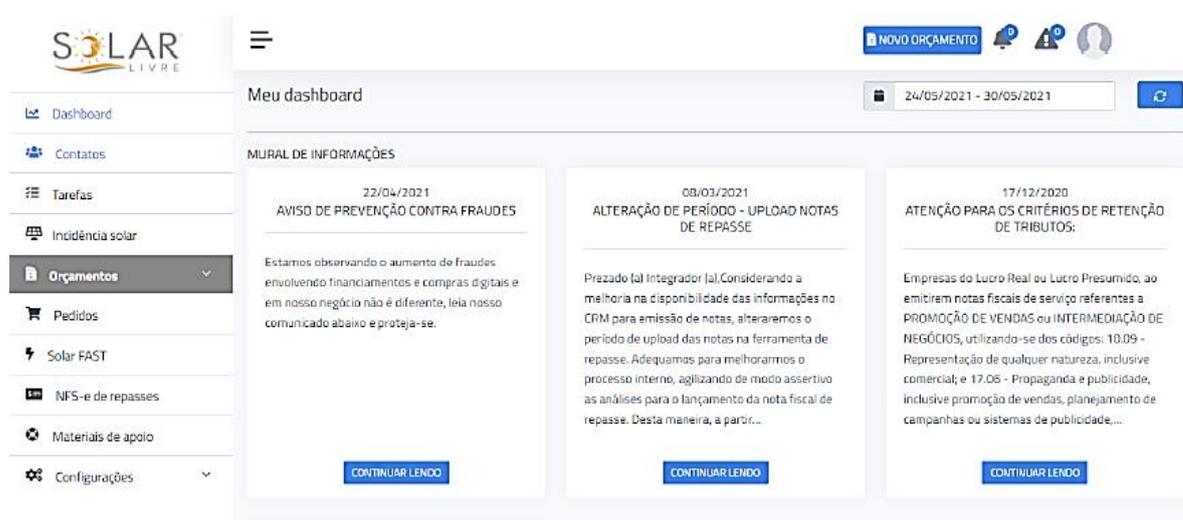
4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1 Orçamento

No primeiro contato com o cliente são solicitados alguns dados para que seja possível efetuar o dimensionamento do sistema fotovoltaico para melhor atender as 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 orçamento por meio de plataformas de distribuidores, onde é utilizado mais de um distribuidor para que seja possível elaborar a pesquisa de preços com as melhores opções de custos para o cliente. Nas Figura 5 e Figura 6 estão ilustradas as páginas *web* dos sites das plataformas Solar Livre e Aldo Solar, respectivamente, sendo, ambas, as plataformas mais utilizadas pela Solar Nobre.

Figura 5: Plataforma da distribuidora Solar Livre.



Fonte: SOLAR NOBRE, 2021.

Figura 6: Plataforma da distribuidora Aldo Solar.

UMA SEMANA INTEIRINHA PARA VOCE APROVEITAR AS MELHORES CONDIÇÕES EM GERADORES ALDO SOLAR COM PAINEL 375W

Fale Conosco +55 (44) 3261-2000 Entrar Seja Revendedor Aldo

aldo Do que você precisa?

GERADOR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO ENERGIA SOLAR INFORMÁTICA DRONES SERVIÇOS

Bem-vindo ao maior distribuidor de energia solar do Brasil

MAIS PRODUTIVIDADE E UMA TECNOLOGIA NUNCA VISTA ANTES

GERADORES QUE LIDAM COM AS SOMBRAS

GUGA KUERTEN E 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 que permite gerar gráficos da geração de energia elétrica do projeto e retorno financeiro. Na Figura 7, é mostrada a tela da plataforma da distribuidora Sices Solar.

Figura 7: Plataforma da distribuidora Sices Solar.

ORÇAMENTOS EXPRESS SERVIÇOS PROJETOS DASHBOARD

Meus orçamentos

☐	Criação / N° orçamento	Cliente	Sistemas	Valor	Data de atualização / Status	Validade	Ações / Pendências
☐	24/05/2021	-	Sem sistemas	-	24/05/2021 Em edição	-	>
☐	07/05/2021	-	Sem sistemas	-	07/05/2021 Em edição	-	>

Fonte: SOLAR NOBRE, 2021.

Os *softwares* dos sites da Solar Livre e Sices Solar consideram o tipo de telhado, o valor do kWp cobrado pela concessionária de energia elétrica ao qual a GDF será instalada e a orientação do telhado, resultando, assim, em dimensionamentos dos equipamentos mais próximos da realidade do cliente.

No anexo I, é exposto o 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 de GDF 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 das três unidades consumidoras. 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 kWh/m², dados fornecidos pela plataforma Sices Solar. Ademais, foi explanada a análise financeira do investimento, resultando em um retorno para o cliente após 36 meses.

4.2 Acompanhamento e Execução de Obras

Com a aprovação do orçamento pelo cliente, inicia-se a elaboração do projeto fotovoltaico junto ao memorial descritivo pelo setor de engenharia da Solar Nobre. O projeto deve atender as exigências da NDU 013 para que seja aprovado pela distribuidora.

Na submissão em microgeração, principal foco de venda da empresa, é necessário enviar para a concessionária de energia:

- Memorial técnico para projeto elétrico de Geração Distribuída Solar;
- Formulário de solicitação de acesso para microgeração distribuída;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável técnico do projeto e instalação do sistema de microgeração;
- Projeto elétrico das instalações de conexão, contendo: planta de situação, diagrama unifilar, *layout* e manual com folha de dados (*datasheet*) do(s) inversor(es);
- Certificados de conformidade dos inversores ou o número de registro de concessão do INMETRO do(s) inversor(es);
- Lista das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento (para autoconsumo remoto, geração compartilhada e empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Todas as unidades consumidoras do sistema de compensação devem ser inscritas no mesmo CPF ou CNPJ;

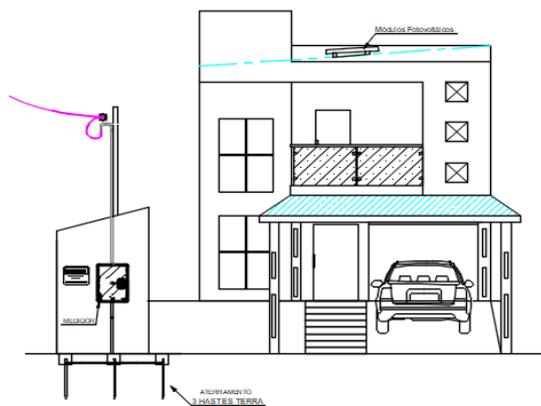
- Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (apenas para os casos de empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras e geração compartilhada);
- Formulário de ligação nova (apenas no caso de ligação nova de UC com microgeração distribuída);
- Formulário de troca de padrão (de monofásico para bifásico ou trifásico, de bifásico para trifásico, de trifásico para bifásico ou monofásico, de bifásico para monofásico);
- Contrato de aluguel ou arrendamento da unidade consumidora (apenas para os casos de aluguel ou arrendamento da UC, onde será instalada a central geradora);
- Procuração (quando a solicitação for feita por terceiros);
- Autorização de uso de área comum em condomínio (quando uma UC individualmente construir uma central geradora utilizando a área comum do condomínio).

Nos ANEXOS II e III, respectivamente, estão o memorial técnico para projeto elétrico de Geração Distribuída solar e o formulário de solicitação de acesso para microgeração distribuída, exigidos pela NDU 013.

4.2.1 Projeto Fotovoltaico de uma residência em Campina Grande – PB

Ao todo foram projetados 18 sistemas fotovoltaicos ao longo do estágio. Um dos projetos realizados durante o estágio foi de uma residência localizada no Serraville Residence Privê, na Avenida Marechal Floriano Peixoto, nº 5255, no bairro Serrotão. Na Figura 8, está representada a fachada da unidade consumidora (UC) que foi desenvolvido no *software* AutoCAD.

Figura 8: Fachada da UC.



Fonte: Autoria Própria.

Neste projeto, a estagiária participou de três etapas: preenchimento de documentos técnicos da concessionária Energisa; elaboração do *layout* do projeto; e acompanhamento da obra. Com a proposta previamente elaborada pelo supervisor, os materiais fornecidos para desenho do *layout* estão listados na Tabela 1.

Tabela 1: Lista de materiais do projeto.

Produto	Quantidade	Unidade
Hiku Canadian Solar 445W Poly-Perc	10	Peças
SOFAR 3300TL-G3	1	Peças
Stringbox Brassunny SB07A – 1E/15 Seccionadora no inversor	1	Peças
Par conector macho/fêmea – MC4	2	Peças
Cabo Solar 6mm – 18000V preto	24	Metros
Cabo Solar 6mm – 18000V vermelho	24	Metros
Perfil de Alumínio 3,40m	6	Peças
Kit de emendas e parafusos inox 8x12	6	Peças
Kit Terminal Final 39/44mm – alto -par	4	Peças
Kit terminal intermediário 39/44mm – par	9	Peças
Kit Suporte para telhado de fibrocimento	20	Peças

Fonte: Autoria Própria.

De acordo com a Tabela 1, foi utilizada uma *string* com 12 módulos fotovoltaicos da fabricante Canadian Solar e um inversor CC/CA de 3,3 kW da fabricante SOFAR. Os

dados técnicos dos módulos fotovoltaicos e do inversor retirados dos *datasheets* de ambos estão especificados nas Tabela 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2: Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.

Dados Técnicos dos Módulos Fotovoltaicos
Fabricante: Canadian Solar
Modelo: CS3W-445MS
Tipo: Monocristalino
Quantidade: 10
Potência unitária: 445 Wp
Potência do painel: 4,45 kWp
Tensão de Circuito Aberto (V_{oc}): 48,90 V
Corrente de Curto Circuito (I_{sc}): 11,54 A
Tensão de Operação (V_{mp}): 38,1 V
Corrente de Operação (I_{mp}): 8,71 A

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 3: Dados técnicos do inversor.

DADOS TÉCNICOS DO INVERSOR	
DADOS ALIMENTAÇÃO CC	DADOS ALIMENTAÇÃO CA
Potência Fotovoltaica: 4455 W	Potência Nominal: 3300 W
Tensão de Partida ($U_{dc\ start}$): 70 V	Corrente Máx. de Saída: 16 A
Máx. Tensão de Entrada ($U_{dc\ max}$): 550 V	Tensão Nominal de Rede: 220 V
Máx. Corrente CC MPPT: 12 A	Frequência: 60 Hz
Faixa de Operação MPPT: 50 – 550 V	Distorção Harmônica Total: < 3%

Fonte: Autoria Própria.

Com base nas informações das Tabela 2 e Tabela 3, foi possível decidir o arranjo dos módulos fotovoltaicos, afim de que o sistema esteja dentro dos limites suportáveis por MPPT do inversor.

Primeiramente, é analisada a tensão de circuito aberto ($V_{oc} = 48,90\text{ V}$) dos módulos fotovoltaicos em série a qual não deve exceder a tensão máxima de entrada ($U_{dc\ max} = 550\text{ V}$) do inversor. Como, $10 \cdot 48,90 = 489\text{ V} < 550\text{ V}$, então esta condição foi satisfeita.

O próximo parâmetro a ser analisado é a corrente de curto circuito dos painéis fotovoltaicos ($I_{sc} = 11,54 A$) que não pode ser superior a corrente máxima por MPPT (11 A). Assim, $9,75 A < 11 A$ e esta condição também é satisfeita.

Outro parâmetro a ser considerado é a faixa de operação por MPPT (50 – 550V), a tensão nominal dos módulos fotovoltaicos em série ($V_{mp} = 38,1 V$) não deve estar fora desta faixa de valores. Como, $10 \cdot 38,1 = 381 V < 550 V$, então a tensão dos módulos fotovoltaicos em série está dentro desta faixa de valores.

Portanto, utilizando uma única *string* de 10 módulos fotovoltaicos, ou seja, dispondo os 10 módulos fotovoltaicos em série, a mesma estará dentro dos limites suportáveis por MPPT do inversor.

Em relação à proteção no circuito de corrente contínua, foi utilizado um DPS de 600 Vcc pois, este deve ser dimensionado para ser um valor imediatamente acima da tensão máxima de entrada ($U_{dc} max = 550 V$) do inversor.

Os disjuntores da proteção no circuito de tensão alternada, um deve ser colocado na caixa de proteção CA e outro no quadro geral, porém, quando há espaço, ambos podem ser colocados no quadro, conforme é instalado neste projeto. Para o dimensionamento destes disjuntores, tem-se o seguinte critério, de acordo com a norma ABNT NBR 5410. O disjuncto deve suportar uma corrente 25% superior a corrente de saída do inversor. Como, a corrente de saída do inversor é 16 A, foi colocado um disjuncto de 20 A para a proteção no circuito de tensão alternada do sistema. O DPS utilizado para a proteção no circuito de tensão alternada foi de 275 Vcc, pois este deve ser dimensionado para ser um valor imediatamente acima da tensão nominal da rede de distribuição, 220 V.

Para o dimensionamento dos cabos que conduzem a corrente alternada na saída do inversor, considera-se uma corrente admissível 25% superior a corrente de saída do inversor, usando o procedimento da norma europeia IEC 60364-7-712. Assim:

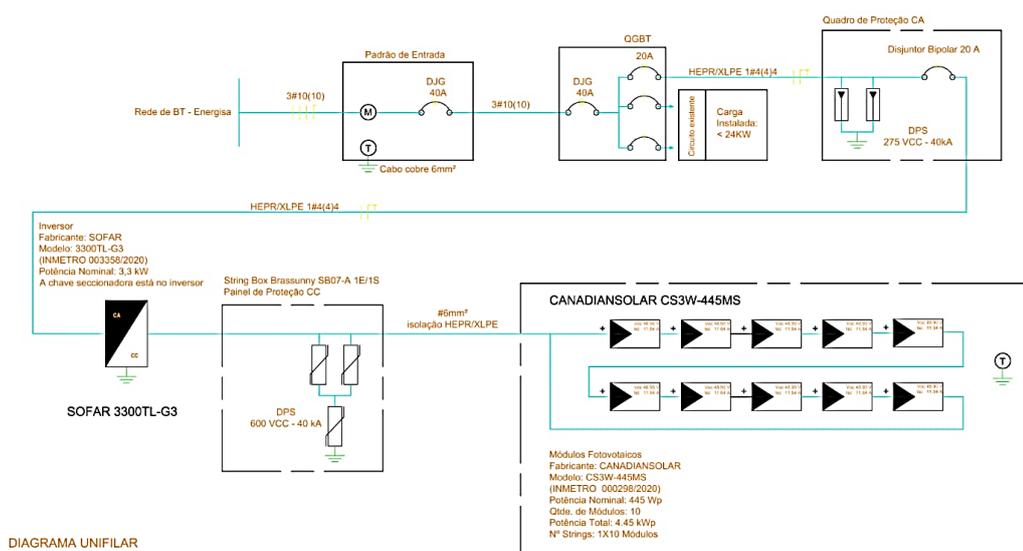
$$I = 1,25 \cdot 16 = 20 A$$

A partir desta corrente, consultou-se a tabela de cabo da NBR 5410. Para um condutor de cobre com isolamento em PVC, a seção mínima do fio é de 2,5 mm², que suporta até 24 A, em condições perfeitas de uso. Porém, utilizou-se um de 4 mm² que suporta até 32 A para que a queda de tensão seja menor, tendo em vista que a norma 5410 estabelece uma queda desejável de, no máximo, 3%.

O padrão de entrada da unidade consumidora, segundo a tabela 17 da NDU 001, se trata de uma instalação trifásica, de categoria T1, com potência instalada de até 24 kW, para essa categoria o disjuntor utilizado é de 40 A.

O *layout* do sistema com o diagrama unifilar, desenvolvido no AutoCAD, está ilustrado na Figura 9.

Figura 9: Diagrama unifilar do projeto.



Fonte: Autoria Própria.

Para a instalação do sistema foi designada uma equipe de 4 pessoas, incluindo a estagiária que apesar de não ter participado da instalação em si, 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 10.

Figura 10: Módulos fotovoltaicos em telhas de fibrocimento.



Fonte: SOLAR NOBRE, 2021.

A instalação durou cerca de dois dias e, para melhor acabamento e boa apresentação estética, os eletrodutos e o quadro CA foram embutidos na parede. O resultado da instalação está mostrado na Figura 11.

Figura 11: Processo de instalação e resultado.

a) Acabamento embutido dos eletrodutos.



b) Conexão dos cabos na *String Box*.



c) Conexão do sistema por meio do quadro de distribuição da residência.



d) Instalação do sistema finalizada.



Fonte: SOLAR NOBRE, 2021.

Após a instalação de todos os componentes do sistema fotovoltaico, o próximo passo é a parametrização do inversor para os ajustes recomendados da concessionária de energia elétrica, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Ajustes recomendados das proteções na parametrização do inversor.

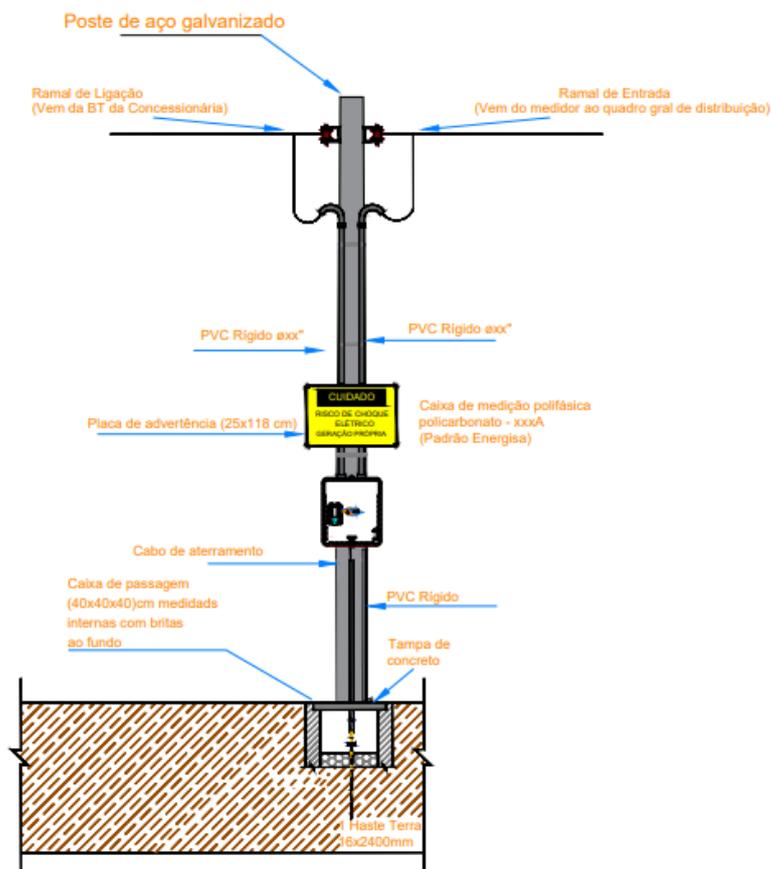
Descrição	Parâmetros	Tempo de Atuação
Tensão no ponto de Conexão	$V < 0,8 pu$	Desligar em 0,2 s
Tensão no ponto de Conexão	$V > 1,1 pu$	Desligar em 0,2 s
Regime Normal de Operação	$1,1 pu > V > 0,8 pu$	Condições normais
Subfrequência	$f < 57,5 Hz$	Desligar em até 0,2 s
Sobrefrequência	$f > 62,0 Hz$	Desligar em 0,2 s
Frequência Nominal da Rede	$f = 60 Hz$	Condições normais
Após a perda da rede, deverá interromper o fornecimento de energia a rede:	Ilhamento	Interromper em até 2s
Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede, religar:	Reconexão	Após 180s

Autoria: Adaptado do Memorial Técnico para GD da Energisa.

Vale salientar que, caso os parâmetros de proteção do inversor não estejam em conformidade com os exigidos pela NDU 013, durante a vistoria técnica realizada por profissionais da concessionária de energia elétrica 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.

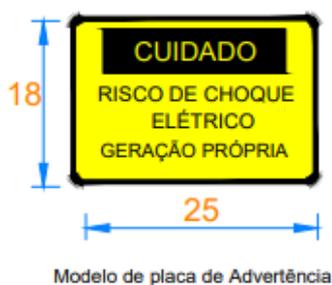
Por fim, foi colocada uma placa de advertência ao lado do medidor de energia, em local visível, confeccionada em policarbonato com proteção anti-UV com espessura mínima de 1 mm, exigido pela Energisa. Nas Figuras 12 e 13 está representada um modelo de instalação da placa e o modelo.

Figura 12: Localização da placa de advertência.



Fonte: NDU 013 – Energisa.

Figure 13: Modelo de placa de advertência.



Fonte: NDU 013 – Energisa.

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 para, assim, a instalação do sistema

fotovoltaico ser finalizado e dar início a geração energia elétrica. O projeto completo desta residência, encontra-se no apêndice A.

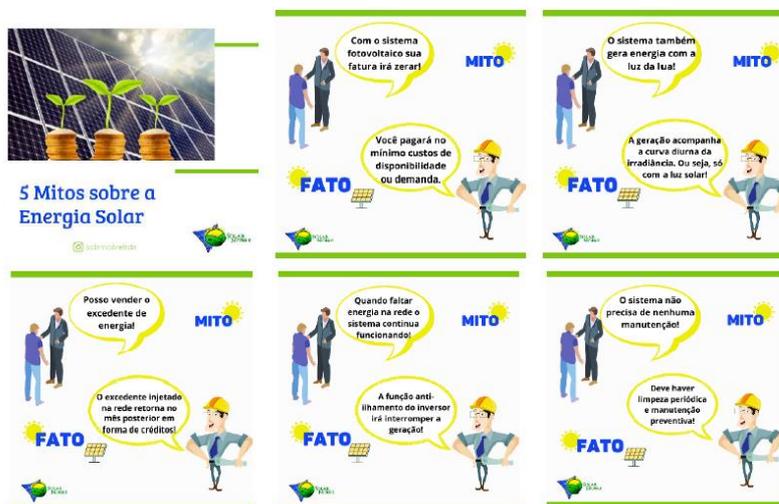
4.3 Parametrização dos inversores

Para um melhor estudo sobre a programação dos inversores, foi desenvolvido junto aos outros estagiários da empresa, um documento detalhando os passos a serem seguidos para a parametrização dos inversores de acordo com parâmetros estabelecidos pela Energisa, apresentados na Tabela 4. No apêndice B, como exemplo, são mostrados os passos a serem seguidos para ajustar o inversor SOFAR.

4.4 Marketing digital

Na respectiva empresa, a estagiária desenvolveu, ainda, atividades em outros setores, como o de *marketing*. Esta área é de grande relevância para o integrador fotovoltaico, pois é responsável pela propagação de informações e benefícios a respeito da energia solar fotovoltaica e da empresa. Assim, foram feitas algumas postagens para a publicação nas redes sociais da Solar Nobre e banners para serem enviados para possíveis parceiros. A Figura 13 ilustra um exemplo de *marketing* em redes sociais (*post* em carrossel) e a Figura 14 um banner com os contatos da Solar Nobre.

Figura 13: *post* em carrossel das redes sociais da Solar Nobre.



Fonte: SOLAR NOBRE, 2021.

Figura 14: *Banner* com os contatos da Solar Nobre.



Fonte: SOLAR NOBRE, 2021.

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, o estágio se mostra como ferramenta essencial para fornecer ao aluno, ainda durante o curso, experiências profissionais que o habilitam a atuar no mercado de trabalho, uma vez que promove a aquisição de conhecimentos e experiências que são possíveis por meio do contato diário com a rotina de um profissional com experiência na área de engenharia elétrica. Foi evidente a importância de muitos conceitos e conteúdos abordados ao longo das disciplinas da graduação, principalmente no que diz respeito a Geração de Energia, Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos e seus respectivos laboratórios.

Ressalta-se o conhecimento adquirido no estágio em relação aos sistemas fotovoltaicos, desde o projeto até a sua instalação, assim como a submissão dos documentos e homologação do projeto junto à concessionária, tanto de sistemas isolados como conectado à rede. Também foi compartilhado um pouco do conhecimento em relação às necessidades impostas pelo mercado de trabalho, onde se necessita de muito mais conhecimentos práticos, de modo a proporcionar ao estudante mais segurança para orientar e acompanhar os procedimentos junto a técnicos em eletrotécnica ou eletricitas, além de proporcionar a experiência de prospecção de clientes.

Por fim, o estágio curricular obrigatório cumpre sua finalidade com êxito, acrescentando a alunos conhecimentos e preparando-a para um mundo fora da academia.

REFERÊNCIAS

ALDO SOLAR. **Aldo Solar**, 2021. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/>>. Acesso em: 14 Setembro 2021.

ANEEL. **Geração Distribuída**, Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 01 Setembro 2021.

ANEEL. **Geração Distribuída**, 2018. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14461914&_101_type=content&_101_groupId=656827&_101_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&](https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14461914&_101_type=content&_101_groupId=656827&_101_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&_)>. Acesso em: 14 Setembro 2021.

BANCO DO NORDESTE. Energia Solar. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza. Ano 6. nº 174, Julho 2021.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Micro e minigeração distribuída. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, n. 155, Fevereiro 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz Energética e Elétrica**, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 14 Setembro 2021.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada 013 - Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição**, 2019. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/NDU%20013%20-%20Crit%C3%A9rios%20para%20a%20Conex%C3%A3o%20de%20Acessantes%20de%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa_%20V4.1.pdf>. Acesso em: 14 Setembro 2021.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada 001 - Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras**, 2019. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/empresa/Documents/ndu/NDU%20001%20V6.1.pdf>>. Acesso em: 14 Setembro 2021.

FOTÓN ENGENHARIA SUSTENTÁVEL. Como Funciona a Energia Solar?, 2019. Disponível em: <<https://fotonengenharia.com/como-funciona-a-energia-solar/>>. Acesso em: 03 Setembro 2021.

HORSTMANN, A.; FIGUEIREDO JÚNIOR, E. A. **Geração de energia fotovoltaica aplicado a aviários do sistema Dark House**. Universidade do Sul de Santa Catarina.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Palhoça, p. 81. 2020.

LOPES, Y.; FERNANDES, ; MUCHALUAT-SAADE,. **Geração distribuída de energia: Desafios e perspectivas em redes de comunicação**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, p. 325. 2015.

LOSSIO, B. R. M. **Diagnóstico de um dado Sistema Fotovoltaico aplicado à região do Lago Sul - DF considerando os aspectos técnicos, econômicos e de políticas públicas**. Universidade de Brasília, Faculdade da Gama. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Brasília, p. 85. 2015.

LUCCHESI, F. C. et al. Análise do impacto da geração distribuída fotovoltaica na rede elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina. **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Gramado, 2018.

NARUTO, D. T. **Vantagens e Desvantagens da Geração Distribuída e Estudo de Caso de um Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica**. UFRJ/Escola Politécnica. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica). Rio de Janeiro. 2017.

NEOSOLAR. **Sistema de Energia Solar Fotovoltaica e seus Componentes**, 2021. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 14 Setembro 2021.

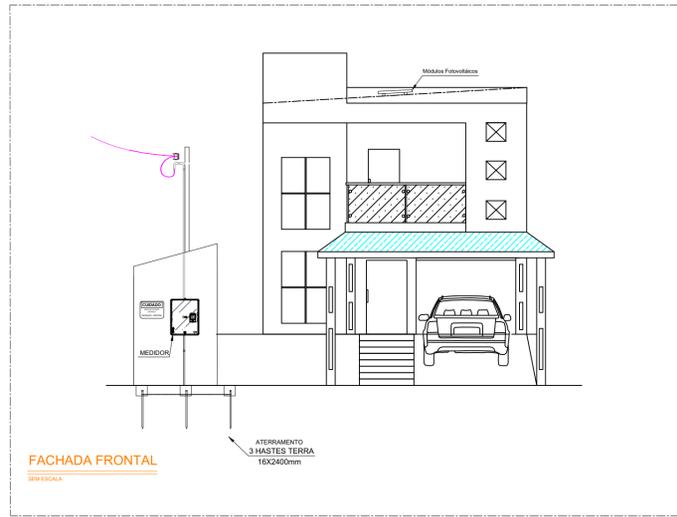
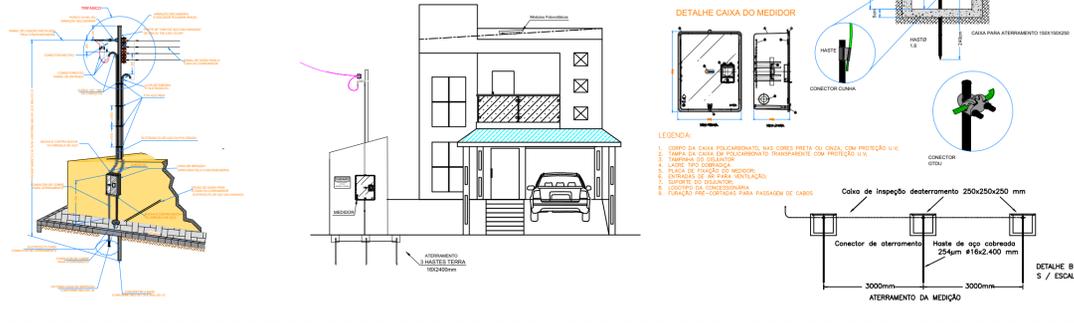
PORTAL SOLAR. **Sistema de Energia Solar Off Grid**, 2021. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/sistema-energia-solar-off-grid>>. Acesso em: 14 Setembro 2021.

REINALDO, P. M.; DUPCZAK, B. S.; ARANHA NETO, E. Análise do impacto da geração distribuída fotovoltaica na rede de baixa tensão da CELESC. **Eletrônica de Potência**, Florianópolis, v. v. 25, n. 3, , p. 316-325, 2020.

APÊNDICE A - PROJETO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

- NOTAS:
- 1- NESTE DESENHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE BAIXA TENSÃO;
 - 2- OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-5410;
 - 3- A BADA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELETRÓDUTOS E ANELAS SEXTAVADAS;
 - 4- A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PÓSTE ALXUAR DEVIDO AO MURO BAIXO DA RESIDÊNCIA.



NOTAS OBRIGATÓRIAS

1. O Inversor será instalado em local de fácil acesso;
2. Somente deverá injetar energia na rede elétrica após a instalação do medidor bidirecional por parte da Energisa;
3. O padrão de entrada de energia está em condições técnicas e de conservação próprias para a instalação do medidor de energia;
4. As instalações serão executadas de acordo com a NBR-5410 e 14039 da ABNT;
5. Todos os disjuntores serão certificados pelo IMETRO;
6. A aprovação da vistoria pela Energisa, referente a obra deste projeto, fica condicionada a apresentação da ART/TRT (Anotação de Responsabilidade Técnica/ Termo de Responsabilidade Técnica) de execução visada no CREA/CT da localidade;
7. A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC/acrílico com espessura mínima de 1mm

BREVE DESCRITIVO DO EMPREENDIMENTO

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 nº da UC PRINCIPAL 5/2161893-9, fazendo conexão com a rede elétrica da concessionária e participar do sistema de compensação através da modalidade GERAÇÃO NA PRÓPRIA UC.

LEGENDA E ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS



DADOS DO PROJETO:

Endereço: AV. MAL. FLORIANO PEIXOTO, 5255 - 58434-500

Cidade / Setor: CAMPINA GRANDE - PB

Proprietário: THIAGO MARTINS QUEIROGA

Autor do Projeto: EDUARDO SILVA FERNANDES

Interessado: THIAGO MARTINS QUEIROGA

Autor do Projeto: Eduardo Silva Fernandes 162031492-4
Nº CREA:

Interessado: _____ Nº ART:

VISTORIADO E APROVADO POR:

DATA: ____/____/____

ANALISADO POR: _____

APROVADO POR: _____

O acessante deve solicitar a vistoria à distribuidora acessada em até 120 (cento e vinte) dias após a emissão do parecer de acesso. A inobservância do prazo estabelecido acima implica na perda das condições de conexão estabelecidas no parecer de acesso, exceto se um novo prazo for pactuado entre as partes.

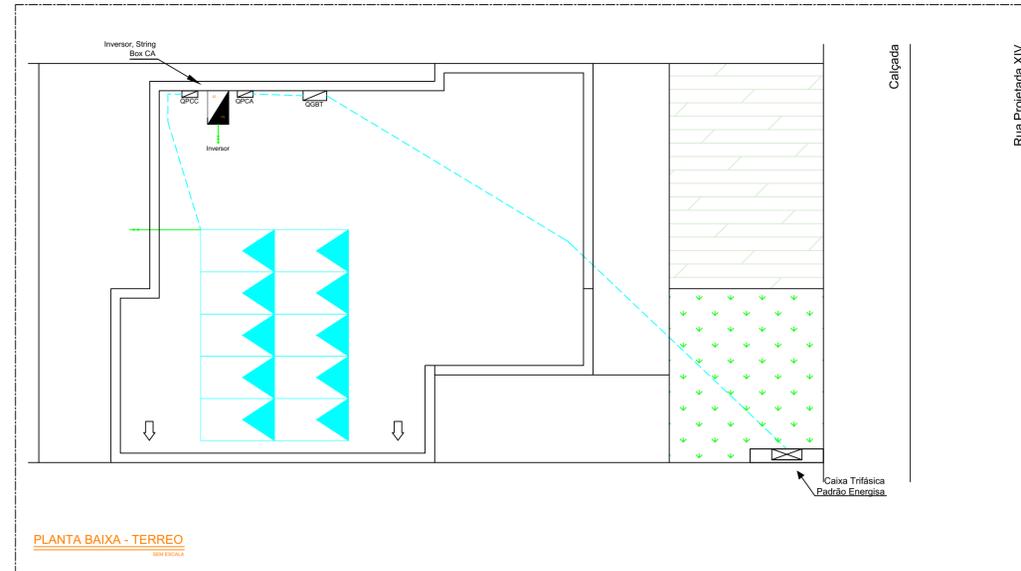
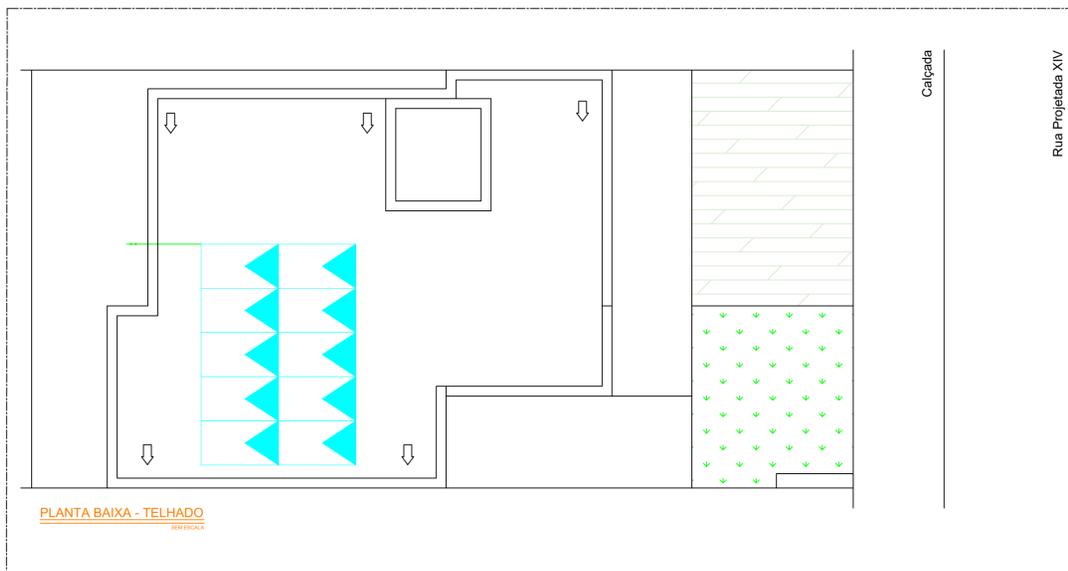
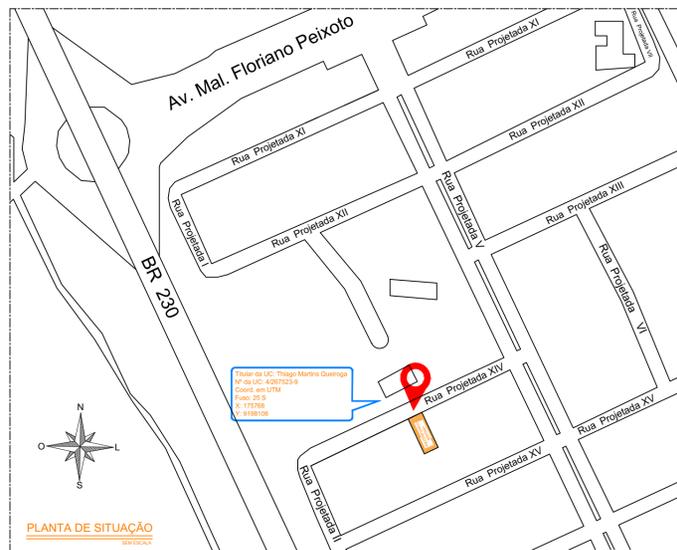
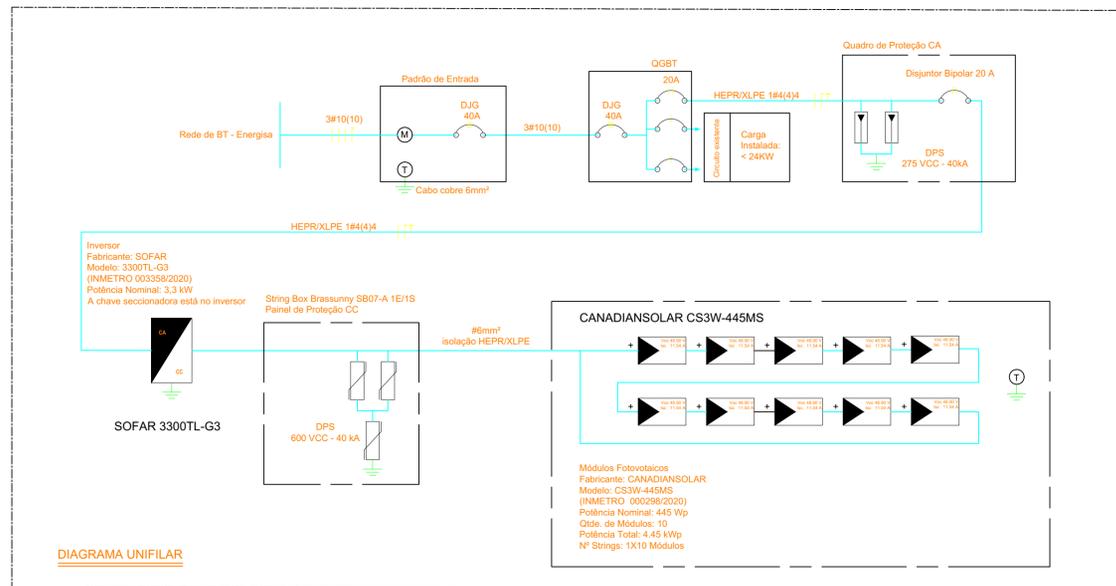
PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

01

Diagrama Unifilar
Plantas baixa, de 1º pavimento (inversor, QPCC e QPCA) e de situação
Fachada Frontal (localização dos módulos)
Detalhe do ponto de acesso, medição bidirecional e aterramento

A1 - Preto e Branco

Escala: Sem Escala
Data Completa: Setembro, 2021
Desenho: Solar Nobre



APÊNDICE B – PARAMETRIZAÇÃO DO INVERSOR

SOFAR

O ajuste do inversor deve ser realizado de acordo com os parâmetros exigidos pela concessionária. Antes de iniciar a configuração do inversor, deve-se entrar em contato com o suporte técnico da revendedora dos equipamentos, especialista em inversores SOFAR, e solicitar o envio dos arquivos .txt com os parâmetros de tensão, frequência e limites de tempo de atuação adequados.

Para iniciar a configuração, deve-se ter em mãos um cartão de memória Micro SD da fabricante **Kingston** de capacidade de memória a seu critério, com apenas os arquivos .txt gravados.

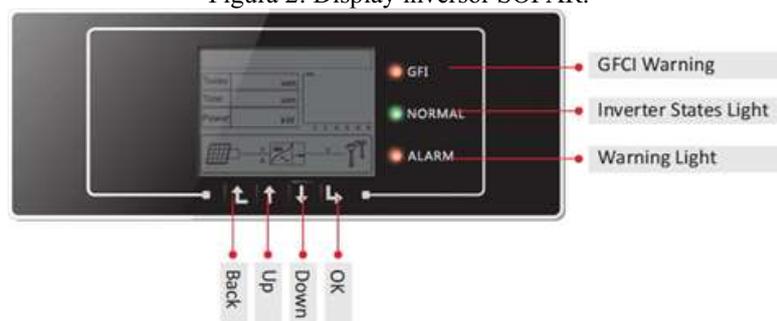
Figura 1: Cartão de memória da fabricante Kingston.



Fonte: KINGSTON, 2021.

Após o armazenamento dos arquivos inserir o cartão de memória no inversor. É importante destacar que o mesmo deve estar desenergizado durante a inserção. O display do inversor SOFAR é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Display inversor SOFAR.



Fonte: SOFAR, 2021.

Em seguida é possível energizar a parte CC do inversor, fechando a chave seccionadora. O display irá acender e as configurações poderão dar seguimento.

Inicialmente, é preciso configurar para o país e conseqüentemente mudar a língua portuguesa. Para isso, seguir os passos:

- 1) Apertar o botão ESC  → Configurações + Enter  → Ativar SelPaís + Enter  e inserir a senha: 0001;

Figura 3: Inserir Senha.



Fonte: SOFAR, 2021.

- 2) Clicar em ESC  duas vezes → Ativar SelPaís + Enter  e procurar a opção “Seleção País” + Enter  → Digitar o código: 038 + Enter 

Figura 4: Passo a passo para configurar o país.



Fonte: SOFAR, 2021.

Para as configurações dos limites de tensão, tempo de início e limite de frequência do inversor, tem-se o passo a passo:

- 1) Apertar o botão ESC  → Configurações + Enter  → Selecionar a opção “Tempo Início” +  → Inserir senha: 0001 + Apertar o botão ESC  ;
- 2) Selecionar opção “Config Volt” + Enter  → Inserir a senha: 0001 + Apertar o botão ESC  ;
- 3) Selecionar a opção “Config Freq” + Enter  → Inserir a senha: 0001 + Apertar o botão ESC  .

Observações:

- 1) Utilizar os botões   para selecionar os números das senhas,
- 2) Ao inserir a senha: a cada número clicar Enter 

Para saber se as configurações foram feitas da maneira correta, segue o procedimento a seguir.

- 1) Apertar o botão ESC  até o menu “Configurações” do inversor;
- 2) Selecionar a opção “Informações” + Enter  → Selecionar opção “Config Paras” + Enter  → Verificar limites configurados.

Após todos os passos, energize a parte CA do inversor. Ao energizar observa-se a detecção de tensão acesa (bolinha verde em ‘Normal’) e assim se inicia a contagem de 180s programada. Ao verificar que a rede da parte CA e CC está funcionando corretamente, o inversor dará *start*.



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

SistemaFotovoltaicode5.70kWp

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

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) 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

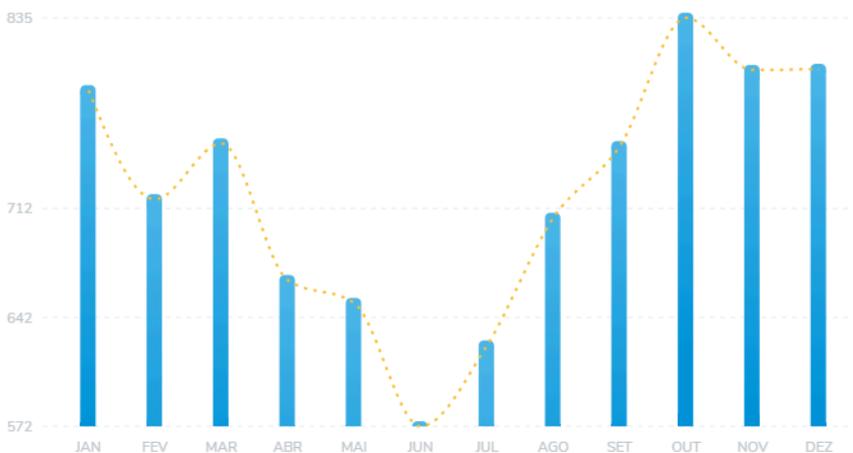
Estimativa de geração anual: 8.667 kWh

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 ²
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
Módulos		
	PAINEL SOLAR TRINA TSM-DE08MII 375W HONEY 120 CEL. MONO PERC HALF CELL 20,5% EFICIENCIA	16
Inversores		
	INVERSOR SOLAR GROWATT ON GRID MIN6000TL-X 6KW MONOFASICO 220V 2MPPT MONITORAMENTO	1
String Boxes		
	STRING BOX CLAMPER 017481 QUADRO 4 ENTRADAS 2 SAIDAS 1040V (2 MPPT)	1
Estruturas		
	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
Variedades		
	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
SERVIÇOS		
	PROJETO, INSTALAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO	1
VALOR FINAL		
	À VISTA	R\$ 26.787,64
Carência – 6 meses	SOLFACIL 60X R\$ 761,00 OU 72X R\$ 701,00	R\$ 26.787,64
Carência – 4 meses	BV FINANCEIRA 60X R\$ 755,23 OU 72X R\$ 692,86	R\$ 26.787,64



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

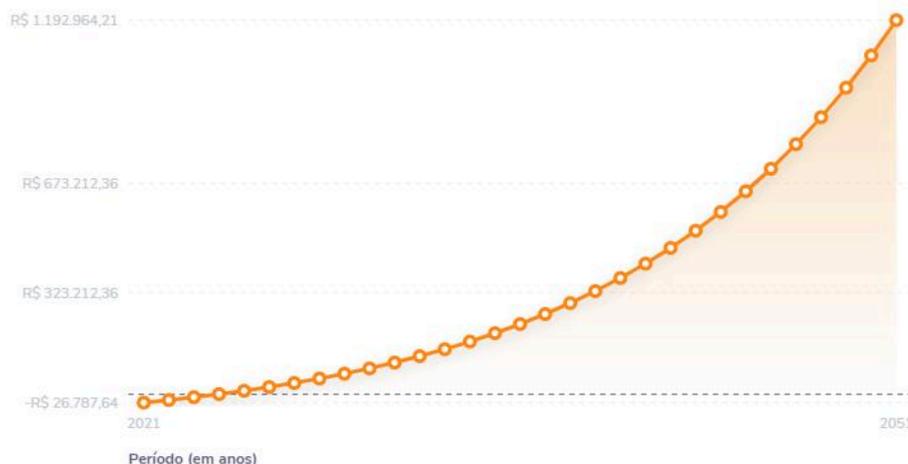
O sistema acima possui um custo final de 26.787,64 para a implantação. Contudo, uma vez que avaliado as condições de pagamento é importante explicitar o retorno financeiro que tal sistema irá refletir em sua conta de energia, além da sua importante contribuição para o meio ambiente.

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



Resumo da análise:

VALOR DA PROPOSTA:	R\$ 26.787,64
TIR:	40%
VPL:	R\$ 208.975,36
CAIXA ACUMULADO:	R\$ 1.192.964,21
PAYBACK SIMPLES:	2 anos e 12 meses
PAYBACK DESCONTADO:	3 anos e 7 meses



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

ANEXO II – 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	<input type="checkbox"/>				
Tipo de Ramal:	Aéreo			<input type="checkbox"/>	Subterrâneo			<input type="checkbox"/>		
3. DADOS DA GERAÇÃO										
Potência Instalada de Geração (kWp):										
Tipo da Fonte de Geração:	Solar	<input 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: www.aneel.gov.br/scg									
<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:	Campina Grande - PB									
Data:	___ / ___ / _____				Assinatura do Responsável					

ANEXO III – MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD) SOLAR			
Tipo de Projeto	FINALIDADE:	Microgeração (potência inferior ou igual a 75kW)	Previsão de Atendimento: 2021
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 nº da UC.			
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:
ENDEREÇO:			Nº:
BAIRRO:		CIDADE:	COMP.:
EMAIL:			UF:
TELEFONE-01:		02:	03:
DADOS DA OBRA			
EDIFICAÇÃO:		Nº:	COMP.:
ENDEREÇO:			ZONA:
BAIRRO:		CIDADE:	
Dados da Unidade Consumidora Geradora			
UNIDADE CONSUMIDORA EXISTENTE:		<i>Modalidade</i>	
<i>Tipo de Fonte da Geração</i>		<i>Potência da Geração</i>	
<i>Potencia previamente instalada da UC:</i>		<i>Tipo do Ramal de Entrada</i>	
<i>Tipo de conexão</i>		<i>Classe de Atendimento</i>	
<i>Tensão de conexão</i>			
<i>Dimensionamento do Pólo de Entrada</i>			
DESCREVER ABAIXO TODAS AS UC'S QUE IRÃO PARTICIPAR DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO:			
Nº UC	% de Compensação	Nº UC	% de Compensação
DADOS DO RESP. TÉCNICO			
NOME:	REG. PROFISSIONAL:	ORGÃO: CFT	CPF:
EMAIL:			
TELEFONE-01:		02:	03:
PARECER ENERGISA:			
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO			

**MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO
DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD) SOLAR**

Informações Das Placas

<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 (m²)</i>	
<i>Localização da instalação das placas:</i>			

Informações Dos Inversores

<i>Fabricante do Inversor</i>		<i>Modelos dos Inversores</i>	
<i>Potência Individual dos Inversores (kW):</i>		<i>Quantidade de Inversores</i>	
<i>Potência 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>			

Ajustes Recomendados das Proteções - Parametrização do Inversor

<i>Descrição</i>	<i>Parâmetros</i>	<i>Tempo de Atuação</i>
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	V < 80% (0,8 PU) Vn	Desligar em 0,2 s
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	V < 110% (1,1 PU) Vn	Desligar em 0,2 s
<i>Regime Normal de Operação</i>	80 % <= V <= 110%	Condições normais
<i>Subfrequência</i>	f < 57,5 HZ	Desligar em até 0,2 s
<i>Sobrefrequência</i>	f > 62,0 HZ	Desligar em 0,2 s
<i>Frequência Nominal da Rede</i>	f = 60 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

NOTAS:

- 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.
- Próximo à caixa de medição deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: "CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA".
- 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.
- Para o ramal de entrada monofásico deverá ser instalado a caixa de medição trifásica, pois a monofásica não suporta o medidor bidirecional.

Observações do projetista:

--

PARECER ENERGISA:

--

ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO

--