



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Ellyakin Jesse Santos Figueiredo

Relatório de Estágio Supervisionado
Dorata Soluções Elétricas

Campina Grande, PB
14 de setembro de 2021.

Ellyakin Jesse Santos Figueiredo

Dorata Soluções Elétricas

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador

Célio Anésio da Silva, D.Sc.

Campina Grande, PB

14 de setembro de 2021.

Ellyakin Jesse Santos Figueiredo

Dorata Soluções Elétricas

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em ____/____/____

Ronimack Trajano de Souza, M.Sc
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Agradecimentos

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

Agradeço também à minha família, por ter se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por ter me alimentado com saúde, força e coragem, as quais foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

Agradeço também a toda a equipe da Dorata Soluções Elétricas, em especial ao engenheiro eletricitista Moacir que me deu a oportunidade de conseguir minha primeira experiência de emprego, além sempre se mostrar disposto a me ensinar.

Agradeço em especial a Giully Marques, uma estudante de engenharia civil dedicada, que durante essa etapa de minha vida em Campina Grande, me ajudou em tudo, ouviu minhas reclamações e minhas raivas assim como riu comigo em diversos momentos e ajudou a me tornar um homem melhor.

Cito como um agradecimento em particular a meu amigo Pedro Henrique, que durante esse período de estudos sempre se fez presente, tirando dúvidas e me incentivando a estudar e a buscar o meu melhor.

Enfim, agradeço também aos amigos que fiz em Campina Grande, Mateus, Rogerio, Lúcio, Gefferson entre outros que ao longo dessa jornada me ajudaram de alguma forma a enfrenta-la.

Resumo

Neste relatório descreve-se as atividades realizadas pelo estagiário Ellyakin Jessé Santos Figueiredo, durante o estágio supervisionado na empresa Dorata Soluções Elétricas, localizada em Sinop-MT, ao longo do período de 22 de junho a 25 de agosto de 2021. O estágio foi realizado no setor de projetos da empresa, sendo realizadas atividades como desenvolvimento de projetos fotovoltaicos, projetos de redes de distribuição rural ou urbana, projetos de medição agrupada e projetos elétricos de baixa tensão, além de visitas técnicas que contribuíram para um melhor entendimento das atividades.

Palavras-Chave: Estágio, Projetos Fotovoltaicos, Dorata Soluções Elétricas.

Abstract

This report describes the activities carried out by student Ellyakin Jessé Santos Figueiredo, during the supervised internship at Dorata Soluções Elétricas located in Sinop-MT, over the period from June 22 to August 25, 2021. The internship was carried out in the company's project sector, and activities such as development of photovoltaic projects, rural or urban distribution network, projects, grouped measurement projects and low voltage electrical projects, as well as technical visits that contributed to a better understanding of the activities.

Keywords: Supervised Internship, Photovoltaic Projects, Dorata Soluções Elétricas.

Lista de Figuras

Figura 1 – Vista de entrada do escritório da empresa.	13
Figura 2 – Interior do escritório da empresa.	13
Figura 3 – Evolução da fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.	16
Figura 4 – Sistema de Geração <i>On-Grid</i>	17
Figura 5 – Curva característica I-V e curva de potência P-V.	18
Figura 6 – Esquema de um componente de um módulo fotovoltaico.	18
Figura 7 – Exemplo de um inversor Sofar.	20
Figura 8 – String Box (CC + CA - 2 entradas e 1 saída).	20
Figura 9 – Diagrama Trifilar de um projeto Residencial.	25
Figura 10 – Ficha técnica Módulo Risen Solar.	26
Figura 11 – Ficha técnica Inversor Sofar.	26
Figura 12 – Prancha Projeto Residencial.	27
Figura 13 – Exemplo de monitoramento no aplicativo do inversor.	28
Figura 14 – Prancha 1 Projeto Comercial.	29
Figura 15 – Prancha 2 Projeto Comercial.	29
Figura 16 – Vistoria Técnica para levantamento de dados RDR.	30
Figura 17 – Prancha 1 Projeto Elétrico RDR.	31
Figura 18 – Prancha 2 Projeto Elétrico RDR.	31
Figura 19 – Planilha desenvolvida para o setor de projetos.	32
Figura 20 – Prancha Projeto Elétrico Medição Agrupada.	33
Figura 21 – Vistoria Técnica realizada a uma madeireira.	33

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Sistemas projetados durante o estágio.	24
---	----

Lista de Símbolos e Abreviaturas

ABSOLAR Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

CA Corrente Alternada

CC Corrente Contínua

CNPJ Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica

DPS Dispositivos de proteção contra surtos

GW GigaWatt

kW kiloWatt

MPTT Maximum Power Point Tracking

MW MegaWatt

NDU Norma De Distribuição Unificada

PRODIST Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

RDR Rede de Distribuição Rural

RDU Rede de Distribuição Urbana

W_p Potência elétrica de pico referente aos módulos

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Introdução	12
1.1.1	A Empresa	12
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivos Específicos	14
1.3	Organização do Relatório	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Energia Solar Fotovoltaica	15
2.2	Tipos de Sistema de Energia Solar	15
2.3	Módulos Fotovoltaicos	17
2.4	Inversor de Frequência	19
2.5	Dispositivos de Proteção	20
2.6	Resolução Normativa Nº 687/2015	21
2.7	Norma de Distribuição Unificada (NDU) 013	22
3	ATIVIDADES REALIZADAS	23
3.1	Projetos de Sistemas Fotovoltaicos	24
3.2	Projeto de Residencial	25
3.3	Projeto de Comercial	28
3.4	Projeto de Rede Distribuição Elétrica	28
3.5	Atividades Complementares	32
4	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35
	ANEXO A – MEMORIAL DESCRITIVO PAGINA 1	37
	ANEXO B – MEMORIAL DESCRITIVO PAGINA 2	38
	ANEXO C – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA POTÊNCIA MENOR OU IGUAL A 10KW	39
	ANEXO D – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA POTÊNCIA SUPERIOR A 10KW	40

ANEXO E – FORMULÁRIO PARA CADASTRO DE UNIDADES CONSUMIDORAS AO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO	41
ANEXO F – PRANCHA PROJETO RESIDENCIAL	42
ANEXO G – PRANCHA 1 PROJETO COMERCIAL	43
ANEXO H – PRANCHA 2 PROJETO COMERCIAL	44
ANEXO I – PRANCHA 1 PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	45
ANEXO J – PRANCHA 2 PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL	46
ANEXO K – PRANCHA PROJETO DE MEDIÇÃO AGRUPADA	47

1 Introdução

1.1 Introdução

O presente relatório descreve-se as atividades do estágio supervisionado realizado pelo discente, durante o período de 22 de junho a 25 de agosto de 2021, com carga horária semanal de 25 horas totalizando assim 232 horas. As atividades realizadas durante o estágio tiveram supervisão do engenheiro eletricista Moacir Junior Omizzollo. Durante o estágio foram realizadas as seguintes atividades:

- Estudos sobre as Normas Diretivas da concessionária de energia (Energisa);
- Estudos sobre os Manuais dos equipamentos utilizados;
- Elaboração e desenvolvimento de projetos fotovoltaicos;
- Elaboração de projetos de RDR e RDU;
- Elaboração de projetos de Medição Agrupada;
- Elaboração de planilhas de acompanhamento de obras;
- Vistoria técnicas;
- Acompanhamento de execução de obras;
- Configuração de Inversores;
- Verificação de documentos para protocolo de projetos junto a concessionária.

Logo no âmbito de conclusão de curso de Bacharel em Engenharia Elétrica o estágio se torna primordial, devido ao fator de integração entre prática e teoria demonstrando assim um pouco do cotidiano de um engenheiro em uma empresa.

As atividades desenvolvidas proporcionaram o crescimento de conhecimento técnico e interpessoal para realização das mesmas, visto que em muitas atividades é necessário dialogar com funcionários e clientes, demonstrando assim que o engenheiro no cotidiano precisa buscar soluções eficientes que se adaptem a realidade do cliente.

1.1.1 A Empresa

Fundada em novembro de 2019 na cidade de Sinop Mato Grosso, pelo engenheiro eletricista Moacir Junior Omizzollo em parceria com sua mãe Cassia Aparecida Ribeiro

Omizzolo, a Dorata Soluções Elétricas é uma empresa que objetiva trazer a melhor qualidade na solução de projetos e execução de sistemas elétricos prediais, industriais e de energia solar, visando sempre os melhores equipamentos elétricos do mercado atrelado ao seu custo e benefício, afim de maximizar a garantia e a durabilidade dos equipamentos e o retorno financeiro para seus clientes.

Atendendo toda a região de Mato Grosso e Pará a empresa já realizou mais de 100 projetos de energia solar, entre 2020 e 2021 já foram instalados mais de 5500 módulos solares.

Atualmente, a empresa está em amplo crescimento, construindo um galpão para oferecer ainda mais qualidade e serviços a seus clientes. Por ora, o seu escritório está localizado na rua dos R. das Primaveras, n° 1798 - Jardim Botânico, Sinop.

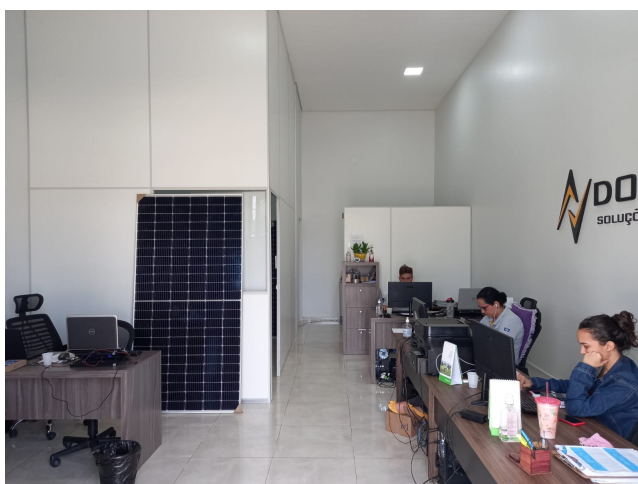
Nas figuras abaixo são exibidas a vista frontal de entrada do escritório da empresa e o escritório onde eram elaborados os projetos de geração distribuída.

Figura 1 – Vista de entrada do escritório da empresa.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 2 – Interior do escritório da empresa.



Fonte: Próprio Autor.

1.2 Objetivos

O objetivo geral do trabalho é apresentar uma descrição das atividades desenvolvidas, durante a realização do estágio supervisionado na empresa Dorata Soluções elétricas.

1.2.1 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Elaborar projetos de energia solar;
- Realizar acompanhamento de obras;
- Exibir os resultados obtidos durante o estágio.

1.3 Organização do Relatório

Neste relatório será apresentado no Capítulo 2 a fundamentação teórica referente a sistemas de energia solar, no Capítulo 3 são apresentadas as atividades desenvolvidas ao longo do estágio, tais como elaboração de projetos de energia solar comercial e residencial, projetos de medição agrupada e atividades complementares. Por fim, no Capítulo 4, é realizada uma ponderação sobre a experiência de estágio.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica baseia-se do efeito fotovoltaico observado em 1839 pelo físico francês Alexandre-Edmond Becquerel, esse efeito consiste no aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de um semicondutor, quando esse absorve luz (1). Nos dispositivos de conversão fotovoltaica são empregados semicondutores dopados que são capazes de absorver energia da radiação solar e transferir parte dessa energia para os elétrons, produzindo assim pares de portadores de carga.

A palavra “fotovoltaica” é de origem grega onde o prefixo vem da palavra *photo*, que significa luz, já a palavra *Volta* é em referência ao físico italiano Alessandro Volta que em 1800 descobriu a pilha elétrica(1).

A conversão da energia solar diretamente em eletricidade é um processo limpo devido ao fato de não emitir gases, ser renovável, ao de encontro com os objetivos da sociedade moderna. O Brasil apresenta ótimos aspectos geográficos e físicos para adoção desses sistemas, visto que apresenta uma alta taxa de irradiação solar.

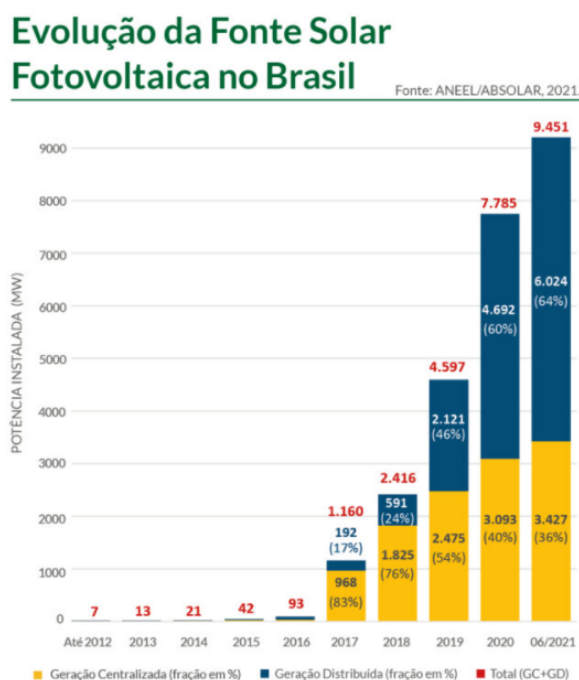
No Brasil o uso de energia solar como geração distribuída cresceu a uma taxa de 230% ao ano desde 2013, segundo a ABSOLAR, em junho de 2020 a potência instalada provinda de energia solar era de 3 GW. A regularização da ANEEL(Agência Nacional de Energia Elétrica) em 2012 definindo que o consumidor brasileiro pode produzir sua própria energia elétrica, e até mesmo fornecer o excedente para a rede de distribuição que o atenda, estimulou o crescimento desses sistemas (2)(3)(4). Na figura 3 é apresentada a evolução da fonte solar fotovoltaico no decorrer dos últimos anos.

Com os sucessivos aumentos tarifários da conta de energia elétrica e a diminuição de custos para aquisição desses sistemas, o consumidor brasileiro buscou alternativas para aliviar os custos com a conta de luz, adotando esse sistema e beneficiando assim redes distribuidoras.

2.2 Tipos de Sistema de Energia Solar

Os agrupamentos solares fotovoltaicos podem ser configurados de duas formas: isolados, utilizando bancos de baterias como forma de armazenar a energia produzida, suprimindo a necessidade nos momentos em que o conjunto não pode gerar energia, e também, como segunda forma, os conectados à rede, chamados de *Grid-Tie* ou *On-Grid*, onde toda sua produção é injetada na rede de distribuição de energia elétrica, fornecendo toda sua produção aos demais consumidores conectados ao sistema. Pode-se dizer que a energia gerada

Figura 3 – Evolução da fonte Solar Fotovoltaica no Brasil.



Fonte:ABSOLAR

nessa configuração de sistema é dispersada na rede e o controle entre geração e consumo é feito através de um medidor bidirecional, registrando a energia fornecida e a consumida.

Sistemas conectados a rede, ou seja, *On-Grid* são comumente mais utilizados devido aos custos serem geralmente menores, nesse tipo não há utilização de baterias e controladores de carga. Esse sistema funciona em conjunto com a rede da concessionária, logo caso exista uma geração superior ao consumo, a energia excedente é injetada na rede, no entanto caso não esteja sendo gerado energia suficiente para suprir o consumo, a rede da concessionária será responsável por alimentar a unidade consumidora. Essa energia injetada gera crédito ao consumidor que terá 60 meses para usufruir conforme a resolução da ANEEL.

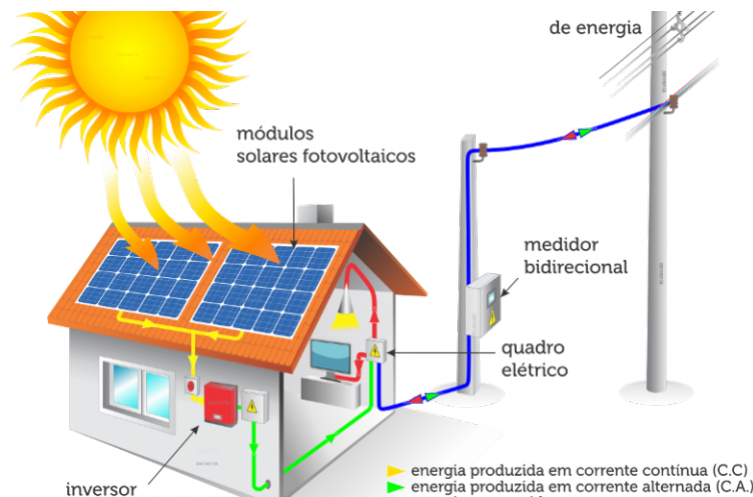
Sistemas isolados, ou *Off-Grid* são frequentemente utilizados para fornecer energia elétrica a locais distantes, onde não há energia elétrica, como exemplo podemos citar zonas rurais onde não há rede de distribuição elétrica, logo esse sistema tem como objetivo suprir a demanda de energia. Para suprir essa demanda esse tipo de sistema utiliza-se de controladores de carga e baterias para realizar o armazenamento de energia provida dos painéis fotovoltaicos, as baterias são empregadas para suprir a necessidade de energia em períodos com baixa irradiância luminosa. Como exemplo de aplicação desse sistema cita-se o bombeamento de água em locais distantes.

Durante o estágio foram realizados projetos de sistemas *On-Grid*, esses sistemas são compostos por inversores, módulos fotovoltaicos, estruturas de fixação dos módulos e stringbox de proteção para corrente alternada e contínua.

A figura 4 exemplifica um sistema *On-Grid*, neste é possível verificar as etapas do

sistema geração, desde a captação dos módulos, passando pelo inversor até o medidor bidirecional.

Figura 4 – Sistema de Geração *On-Grid*.



Fonte: SEBRAE(5).

2.3 Módulos Fotovoltaicos

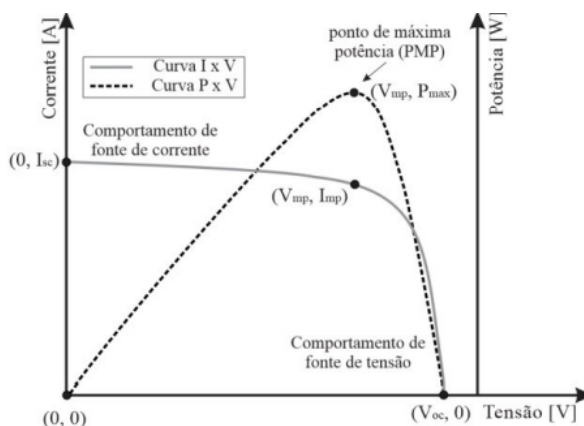
As células fotovoltaicas são elementos tecnológicos utilizados para transformar a luz que recebemos do sol em energia elétrica. São o coração de todo sistema fotovoltaico e sua composição básica se resume em semicondutores capazes de realizar esse processo.

Uma única célula não é capaz de gerar uma tensão elétrica alta, visto que sua produção varia entre 0,5 e 1,5 Volts, logo para que seja viável sua utilização é necessário elevar-se os níveis de tensão e corrente, isso é realizado associando-se inúmeras células em série e/ou paralelo (6).

A união de várias células, comumente chamados de módulos, além da associação série e/ou paralelo, possuem uma proteção para que aumente a durabilidade das frágeis células fotovoltaicas contra corrosão, danos físicos e ações climáticas, a figura 6 exibiu os componentes de módulo fotovoltaico. Podem ser fabricadas em diversas configurações de potência e tensão de saída e podem ser associadas com outros módulos.

As grandezas que caracterizam um módulo fotovoltaico dependem das condições ambientais, logo para se determinar a potência de pico é necessário realizar testes com condição padrão de ensaio (STC, do inglês *Standard Test Conditions*), nele a irradiância solar é definida em 1.000 W/m^2 com classificação espectral padrão para AM1,5 e temperatura de célula de 25°C . Por intermédio de ensaios é modelada a curva característica de potência e corrente com relação a tensão, essa curva é apresentada na figura 5.

Figura 5 – Curva característica I-V e curva de potência P-V.

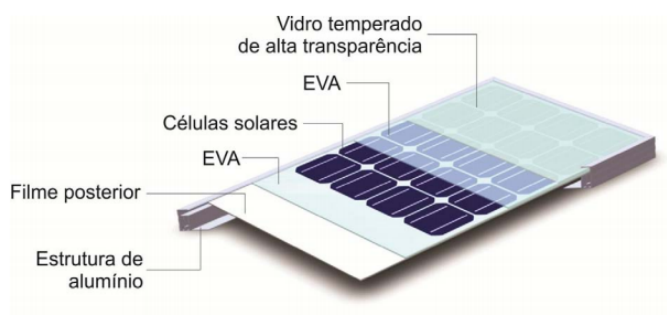


Fonte: CARLETTE(7).

Os módulos fotovoltaicos são identificados por sua potência elétrica de pico (W_p). As principais características a serem analisadas em um módulo fotovoltaico são a tensão e corrente de circuito aberto e tensão e corrente de curto circuito.

Para se determinar os parâmetros elétricos dos módulos é necessário realizar ensaios completos em ambientes controlados e analisar a curva característica do módulo (6). As propriedades elétricas dos geradores fotovoltaicos podem ser modificadas em razão de motivos intrínsecos e extrínsecos.

Figura 6 – Esquema de um componente de um módulo fotovoltaico.



Fonte: PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. CEPTEL(6)

Os principais parâmetros elétricos são:

- Potência máxima - $P_{m\acute{a}x}$: É o ponto de máxima potência do módulo;
- Tensão de máxima potência - V_{mp} : Tensão que o módulo apresenta em seus terminais operando em máxima potência;
- Corrente de máxima potência - I_{mp} : Corrente gerada pelo módulo em máxima potência;

- Tensão de circuito aberto – V_{oc} : Máxima tensão que o módulo atinge quando não há carga conectada;
- Corrente de curto circuito – I_{sc} : Máxima corrente que o módulo pode fornecer quando curto circuitado os terminais positivo e negativo;

O conjunto de conexões de vários módulos em série é denominado de string, caso seja necessário aumentar a tensão da string são conectados mais módulos, no entanto caso seja necessário aumentar a corrente os módulos são inseridos em paralelo.

2.4 Inversor de Frequência

O conversor de energia é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em Corrente Alternada proveniente de uma fonte de energia elétrica de Corrente Contínua, ou vice-versa, servindo de elo entre o gerador fotovoltaico e a rede elétrica. Logo um inversor de frequência é um conversor de energia. Esse equipamento é utilizado para converter a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos, visto que os módulos trabalham em corrente contínua, portanto o inversor é responsável por converter em corrente alternada e sincronizar a tensão de saída com a rede.

Os inversores devem ser capazes de ajustar tensão, frequência e tempo de reconexão. Para garantir a segurança dos equipamentos e de profissionais que estejam realizando manutenção na rede elétrica da concessionária os inversores devem garantir que não ocorra ilhamento, ou seja, caso ocorra uma falta de energia elétrica na rede da concessionária o sistema *On-Grid* deve interromper seu funcionamento imediatamente.

O funcionamento dos inversores modernos é baseado na utilização de dispositivos semicondutores de potência com filtros passa baixa, são utilizadas chaves eletrônicas de estado sólidos com alta eficiência podendo chegar a 99%. A conversão CC para CA ou vice versa é realizada por intermédio da comutação das chaves eletrônicas de estados (bloqueio ou condução), essas chaves são comutadas por meio de um sinal de controle. Esses inversores realizam o controle e a comunicação do sistema por meio de microcontroladores, com isso é possível controlar a atuação das chaves, verificar o funcionamento do sistema de forma remota e alterar o modo de funcionamento etc (8). A máxima potência de geração é obtida por meio do MPPT (do inglês *Maximum Power Point Tracking*) que monitora a potência gerada pelos módulos e por meio disso ajusta a malha de controle.

A NBR 16149:2023 regulamenta os parâmetros necessários para utilização de inversores no Brasil, atualmente para a comercialização de inversores com potência nominal até 10 kW é obrigatório a testagem e certificação em laboratórios habilitados pelo INMETRO. A portaria 004/2011 do INMETRO tem objetivo de garantir a segurança e a eficiência dos equipamentos que chegam ao consumidor. Para inversores com potência nominal

acima de 10 kW é necessária apresentação de certificados de conformidades emitidos por laboratórios internacionais habilitados (9).

A figura 7 exibi um inversor Sofar de 16,5 kW atestado pelo Comissão Eletrotécnica Internacional.

Figura 7 – Exemplo de um inversor Sofar.

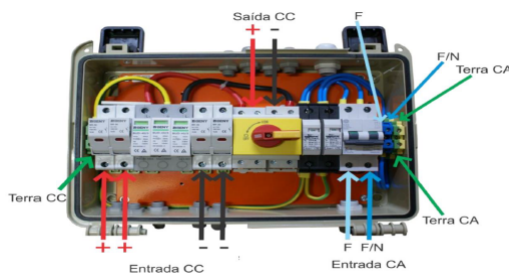


Fonte: Próprio Autor.

2.5 Dispositivos de Proteção

Para a proteção do sistema são utilizados quadros de proteção contendo disjuntores, fusíveis, dispositivos de proteção contra surtos (DPS), esse quadro comumente é separado e chamados respectivamente de String Box CC e String Box CA, em cada um serão alocado os respectivos elementos de proteção CC e CA. Na string Box CC são instalados DPS CC e conforme a necessidade do projeto chaves seccionadoras CC ou fusíveis. Na string box CA são instalado DPS, disjuntores termomagnético ou barramento quando necessário. As string Box variam conforme o inversor, elas podem possuir mais de uma entrada e saída. A figura 8 é um exemplo de string Box CC e CA conjunta.

Figura 8 – String Box (CC + CA - 2 entradas e 1 saída).



Fonte: PHB Solar(10).

Os DPS CC são instalados em cada entrada de MPPT, é importante ressaltar que as entradas CC da string box são conectadas em paralelo. Portanto strings conectadas no mesmo MPPT devem manter a quantidade de módulos fotovoltaicos iguais. A depender do sistema são instalados fusíveis que devem ser conectados em série em cada polo (positivo e negativo) das strings. Caso não sejam utilizados fusíveis, são utilizadas chaves seccionadoras CC que são conectadas na entrada de cada MPPT.

No lado CA são utilizados DPS e para a proteção contra curto-circuito e sobrecarga são utilizados disjuntores termomagnéticos, é neste lado que é realizada a conexão com a rede da concessionária.

2.6 Resolução Normativa N^o 687/2015

A ANEEL colocou em vigor, em abril de 2012, a resolução normativa onde é definido que todo o consumidor brasileiro pode produzir sua própria energia elétrica proveniente de fontes renováveis ou cogeração qualificada e até mesmo fornecer o excedente para a rede de distribuição que atenda a sua localidade ou próxima a ela.

A REN 687/2015 da ANEEL introduziu melhorias em relação à REN 482/2012. Na atualização da Resolução 482 ficaram estabelecidos novos fatores gerais de microgeração e minigeração. Os sistemas de microgeração distribuída são limitados até 75 kW de potência instalada, enquanto para sistemas de minigeração distribuída define-se com potência de geração superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW.

Ainda segundo essa norma, a energia gerada é lançada na rede e convertida em créditos, formando um sistema de compensação, para que o produtor possa abater o consumo de outras unidades consumidoras com o mesmo titular ou manter o crédito para utilizar nos meses de maiores gastos energéticos.

Com as melhorias solicitadas pela ANEEL em 2015 no sistema de compensação e nos prazos de conexões, podemos destacar alguns pontos que tornaram essa tecnologia mais atrativa e rentável para o produtor:

- Autoconsumo remoto: onde o titular utiliza da sua energia excedente para outras unidades consumidoras que pertençam ao titular e estejam dentro da mesma área de concessão vinculada e empresa;
- Geração Compartilhada: possibilita a vários interessados se unirem em uma cooperativa dentro da área de concessão da empresa para montar um microgerador fotovoltaico e compartilhar a energia gerada de acordo com que foi acordado nesse consórcio;
- Formação de Condomínios: possibilita que em locais onde existam múltiplas unidades consumidoras seja instalada uma microgeração fotovoltaica, a ser compar-

tilhada com todos os condôminos que ali estão presentes, de acordo com a administração do condomínio;

- Ampliação da validade dos créditos: Os créditos de energia para compensação passaram a ter duração de 5 anos (60 meses). Após este período, se não forem compensados, eles expiram;
- Detalhamento da fatura: A fatura de energia dos consumidores que geram energia própria por micro ou minigeração deve apresentar informações que permitam o acompanhamento da compensação de créditos.

Atrelado a essa norma, o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) também estabelece que os procedimentos para acesso de micro e mini geração distribuída ao sistema de distribuição.

2.7 Norma de Distribuição Unificada (NDU) 013

A Norma De Distribuição Unificada 013 denominada Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição, estabelece os critérios e procedimentos técnicos exigidos pela concessionária Energisa para a geração distribuída.

Nela são apresentados os procedimentos de acesso, os critérios técnicos para elaboração de projetos, os requisitos mínimos de segurança exigidos, os documentos necessários para adesão no sistema de compensação de energia, assim como os prazos para as etapas do processo de microgeração.

Os projetos para execução devem ser aprovados pela concessionária de energia, conforme rege a NDU 013, após aprovação são executados e solicitados os pedidos de vistorias. Na vistoria é realizada a checagem se o sistema executado está em conforme com o projeto enviado para aprovação, conseqüentemente caso esteja, o sistema será homologado e será realizada a troca do medidor para um medidor bidirecional.

É importante destacar que os documentos necessários para aprovação de projetos podem variar conforme a localidade da concessionária, observa-se que para projetos na Energisa Mato Grosso é necessário enviar documentos de solicitação de acesso, Planta de localização georreferenciada, diagrama Unifilar, diagrama Trifilar e representação da vista frontal do Padrão de Entrada, enquanto para a Energisa Borborema e Energisa Paraíba é necessário apenas apresentação do formulário solicitação de acesso. Documentos como ART, memorial descritivo, ficha técnica dos equipamentos utilizados, são necessários em qualquer concessionária.

3 Atividades Realizadas

Inicialmente foram explanadas e discutidas as normas da concessionária Energisa quanto a geração distribuída, visando uma maior familiarização com o tema e tirando dúvidas a respeito de projetos.

Posteriormente o engenheiro responsável elaborou um projeto de energia solar, objetivando esclarecer dúvidas e apresentar o modo de funcionamento da empresa.

A empresa trabalha projetando e executando sistemas de energia solar, contudo há uma separação entre os setores de execução e projetos, essa separação ocorre com o intuito de agilizar processos.

O setor de execução é responsável por realizar a montagem dos sistemas, conforme o projeto elaborado e aprovado pela concessionária, nesta etapa é realizada a fixação dos painéis fotovoltaicos, conexões elétricas entre painéis e string box CC e Inversor, conexão elétrica entre Inversor e string box CA e conexão do sistema com a rede de energia da concessionária, caso necessário adequação do padrão de entrada ou troca da instalação entre outros. Ressalta-se que a empresa também presta serviços terceirizados, realizando projetos de energia solar para terceiros nos quais ficam responsáveis por executar a obra conforme o projeto. No entanto, a empresa não fica responsável pela execução.

O setor de projeto é responsável por elaborar os projetos a serem executados, é neste setor que é realizado o levantamento de dados pertinentes ao sistema, como localização, conta de energia, documentação, transformador que atende a unidade consumidora e etc. Por meio do levantamento são dimensionados os equipamentos elétricos do sistema, a direção das placas e é elaborado o projeto e o cronograma de projeto. Destaca-se que o modo como os módulos são instalados varia conforme a necessidade do cliente e o desejo do mesmo, visto que em muitos casos o cliente prefere adotar sistema de energia solar feito em solo.

Também são realizados projetos de posto de transformação e construções de redes de distribuição, esse tipo de projeto muitas vezes é necessário para implantação de um sistema de energia solar de maior geração. Os projetos de posto de transformação também são solicitados para execução de terceiros que possuam credenciamento para tal serviço.

O setor de projeto trabalha de maneira conjunta com as empresas terceirizadas e o setor de execução, isso ocorre com o objetivo de entregar ao cliente o melhor sistema possível, logo visando retirar dúvidas e sanar possíveis problemas durante a execução o setor de projeto se comunica com todas as partes pertinentes a obra em questão. A parte comercial de apresentação da proposta ao cliente é realizada pelo vendedor e engenheiro Moacir Junior Omizzollo, contudo o estagiário de projeto pode participar da negociação de maneira aberta.

O estágio ocorreu no setor de projetos da empresa, possibilitando ao estagiário conhecer todas as etapas de elaboração e execução de um sistema de energia solar, desde o contato inicial a um cliente, tanto realizando os levantamentos de dados, quanto a visitas técnicas para acompanhamento da execução.

3.1 Projetos de Sistemas Fotovoltaicos

Durante o estágio foram realizados 20 projetos de sistema fotovoltaicos do tipo *On-Grid*. A tabela 1 apresenta os projetos elaborados.

Tabela 1 – Sistemas projetados durante o estágio.

	Potência do Sistema (kWp)	Inversor		Módulo Fotovoltaico	
		Fabricante	Potência (kW)	Fabricante	Potência (Wp)
1	8,91	Solis	7,00	Trina Solar	495
2	12,15	Solis	2x5,0	DAH Solar	450
3	23,52	Fronius	2x8,0	Canadian	420
4	6,90	Sofar	7,50	Risen Solar	345
5	12,60	Solis	2x5,0	Risen Solar	450
6	9,90	Solis	2x5,0	DAH Solar	450
7	8,10	Sofar	7,50	Risen Solar	450
8	19,58	Renac	2x8,0	RAYTECH	445
9	7,20	Solis	7,0	DAH Solar	450
10	4,51	Sofar	3,3	Canadian	410
11	26,46	Sofar	2x7,50 + 1x5,0	Canadian	490
12	24,30	Sofar	27,50	DAH Solar	450
13	8,10	Renac	8,0	Risen Solar	450
14	12,6	Renac	1x8,0+1x3,3	Vertys-RENAC	450
15	44,10	Deye	40,0	DAH Solar	450
16	20,70	Sofar	16,5	DAH Solar	450
17	22,50	Solis	15,0	Trina	450
18	9,60	Solis	7,7	BYD	400
19	2,68	Sofar	3,3	BYD	335
20	22,14	Solis	20,0	Bel Energy	410

Após a realização da venda e a compra dos materiais, o estagiário ficava responsável por elaborar o projeto e organizar toda a parte de documentação que seria enviada para análise da concessionária.

A documentação necessária para enviar consiste em:

- Formulário de solicitação de acesso;
- ART do responsável técnico;
- Memorial Descritivo;

- Ficha técnica do Inversor;
- Ficha técnica dos Módulos;
- Registro do INMETRO ou certificado de conformidade dos Inversor;
- Registro do INMETRO dos Módulos;
- Projeto Elétrico.

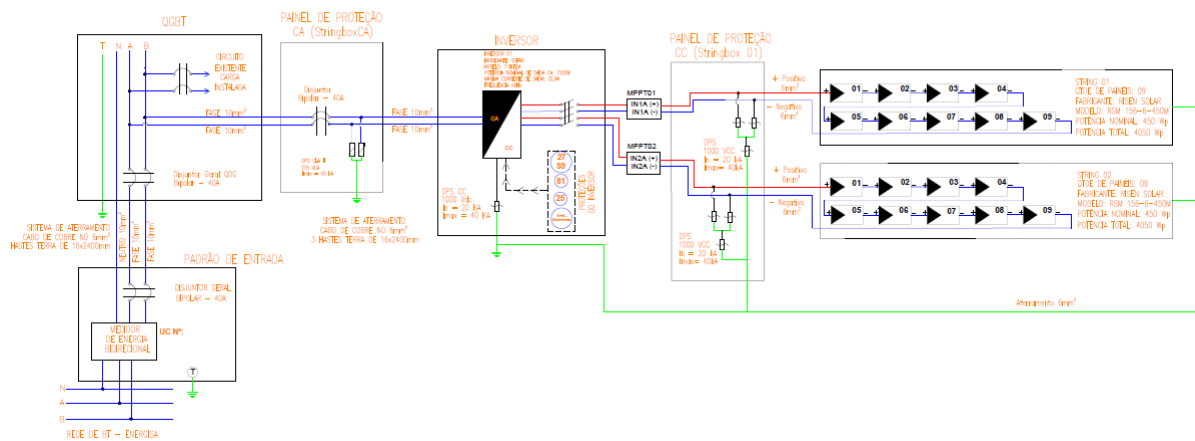
O projeto elétrico era elaborado por meio do software AutoCad, logo eram desenvolvidas as pranchas do projeto contendo o diagrama Unifilar, diagrama Trifilar, diagrama de blocos, planta de localização, detalhe do aterramento, vista do padrão de entrada, disposição das placas e quando necessário planta baixa.

Para projetos com potência dos inversores superior a 10 kW, era necessário apresentar a disposição dos equipamentos no interior da residência ou comércio.

3.2 Projeto de Residencial

Durante o estágio foi realizado um projeto residencial, para um cliente localizado na cidade de Feliz-Natal, na rua Iporá. Neste projeto foram instalados 18 módulos fotovoltaicos da Risen Solar modelo RSM156-6-450M e um inversor Sofar modelo 7,5KTLM com potência nominal de saída de 7,5 kW. Na figura 10 é apresentado o diagrama Trifilar utilizado para montagem do sistema.

Figura 9 – Diagrama Trifilar de um projeto Residencial.



Fonte: Próprio Autor.

Para o dimensionamento das strings foram analisadas as corrente de curto circuito e a corrente de circuito aberto, assim como a tensões de curto de circuito e tensão de circuito aberto. Para garantir que as strings estejam dentro dos limites suportáveis por cada MPPT do inversor é necessário verificar as condições.

Figura 10 – Ficha técnica Módulo Risen Solar.

ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM156-6-430M	RSM156-6-435M	RSM156-6-440M	RSM156-6-445M	RSM156-6-450M	RSM156-6-455M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	430	435	440	445	450	455
Open Circuit Voltage-Voc(V)	52.38	52.50	52.62	52.72	52.82	52.92
Short Circuit Current-Isc(A)	10.47	10.57	10.67	10.77	10.87	10.97
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	43.60	43.70	43.80	43.90	44.00	44.10
Maximum Power Current-Impp(A)	9.87	9.97	10.06	10.15	10.24	10.32
Module Efficiency (%) ★	19.8	20.1	20.3	20.5	20.7	21.0

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Fonte: Risen Solar (2021).

Observa-se que a corrente dos módulos estão dentro da faixa de trabalho do inversor, visto que o inversor suporta uma corrente de entrada em cada MPPT de até 11 A e o módulo possui uma corrente de curto circuito de 10,87 A. Ressalta-se que os módulos da mesma string estão conectados em série, portanto é necessário observar a tensão.

Figura 11 – Ficha técnica Inversor Sofar.

DADOS TÉCNICOS	SOFAR 3KTLM-G2	SOFAR 5KTLM-G2	SOFAR 7,5KTLM
DADOS DE ENTRADA (CC)			
Potência máxima de entrada	4050W	6750W	10125W
Quantidade de MPPT		2	
Número de Entradas CC		1/1	2/1
Tensão máxima de entrada		600V	
Tensão inicial de entrada		120V	
Tensão nominal de entrada		360V	
Faixa de Tensão MPPT		90V~580V	
Faixa de Tensão CC em carga total	160-520V		250V-520V
Corrente máxima de entrada		11A/11A	2*11A/11A
Corrente máxima de curto-circuito de entrada CC por MPPT		13.2A	26.4/13.2A
DADOS DE SAÍDA (CA)			
Potência nominal	3000W	5000W	7500W
Potência máxima de CA	3000VA	5000VA	7500VA
Corrente de saída máxima CA	13,7A	22,8A	32,6A
Tensão Nominal da Rede		LN/PE, 220, 230, 240	
Faixa de Tensão de Rede		180~276V	
Frequência Nominal		50/60Hz	
Faixa de Frequência de Rede		47~55 / 54~66Hz	
ThDi		<3%	
Fator de potência		1 (Ajustável +/- 0.8)	
Ligação a rede		Monofásico [F-N (220V)] / Bifásico [F-F (220V)]	

Fonte: Sofar (2021).

A tensão de circuito aberto dos módulos ($V_{oc} = 52,82$) não deve exceder a tensão máxima de entrada do inversor ($V_{dc_{máx}} = 600$), portanto $9 \times 52.82 = 475,38 \text{ V} < 600 \text{ V}$.

Para o dimensionamento do disjuntor termomagnético bipolar, é realizado o cálculo para se obter a corrente de saída, visto que em muitos casos a corrente de saída apresentada na ficha técnica é menor que a corrente de saída encontrada em prática. A corrente de

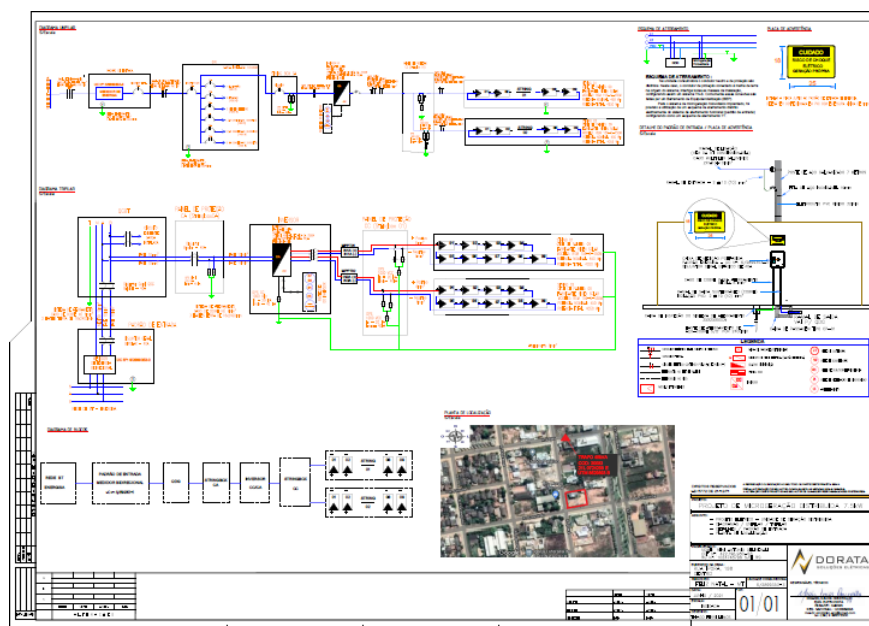
saída é obtida dividindo-se a potência nominal de saída pela tensão de linha, considerando que o fator de potência seja unitário. Logo dividindo-se 7,5 kW por 220 V obtém-se uma corrente de 34,1 A, portanto nesta instalação será utilizado um disjuntor bipolar termomagnético de 40 A para conexão com a rede. Além de dois DPS CA de 175 V e seis DPS CC de 1000 VCC.

Ressalta-se que é necessário verificar se o padrão de entrada da unidade consumidora está em conformidade com a norma NDU001, caso o padrão não esteja em conformidade é realizada a troca do disjuntor de entrada e dos cabos, se necessário.

Em todo projeto fotovoltaico residencial é previsto um sistema de aterramento, ele é composto por 3 hastes separadas entre elas por 3 metros, logo os módulos, inversor e string box são conectados ao sistema de aterramento.

Após toda elaboração do projeto a prancha está pronta para ser enviada para concessionária e equipe de execução. A prancha enviada é exibida na figura 12 e no anexo F.

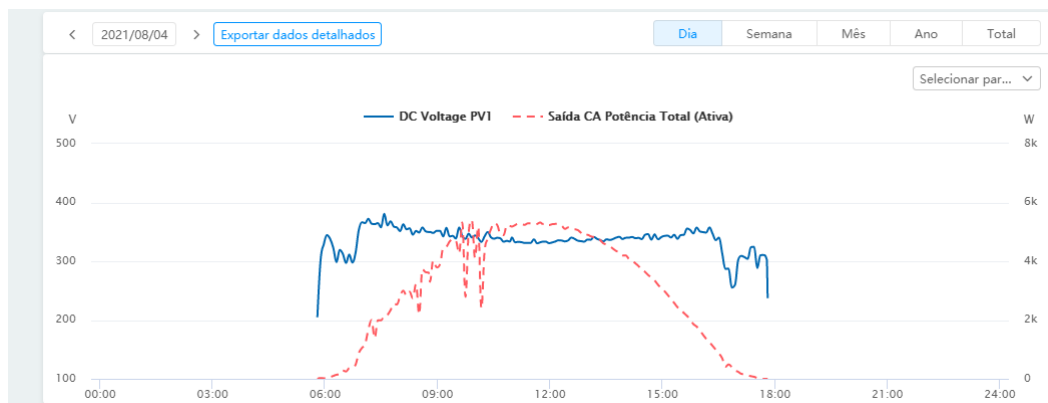
Figura 12 – Prancha Projeto Residencial.



Fonte: Próprio Autor.

Após instalação dos equipamentos e testes de comissionamento é realizada a parametrização do inversor conforme estabelecido em norma, posteriormente é criada a conta para acesso remoto do usuário ao sistema. O acesso remoto ao sistema é realizado por meio de aplicativo móvel ou computador, nele é possível o usuário verificar o funcionamento e geração do sistema, assim como é apresentado na figura 13.

Figura 13 – Exemplo de monitoramento no aplicativo do inversor.



Fonte: Solarman Sofar (2021).

3.3 Projeto de Comercial

Durante o estágio foi realizado um projeto comercial, localizado na cidade de Sinop-MT, na rua Waldir Dorner no distrito Industrial. Neste projeto foram instalados 46 módulos fotovoltaicos de 450 W da Dah Solar modelo HCM72L9-450W e um inversor Sofar modelo 16,5TL-LV com potência nominal de saída de 16,5 kW.

O dimensionamento dos componentes foi realizado conforme explicado anteriormente, respeitando os critérios de máxima corrente e tensão de entrada do MPPT, destaca-se que nesse projeto foram utilizados fusíveis CC para proteção dos módulos além de DPS.

Na figura 14 e no anexo G é apresentada a prancha 1, que expõem os diagramas unifilar e trifilar, diagrama de blocs, padrão de entrada, planta de localização e detalhe do aterramento.

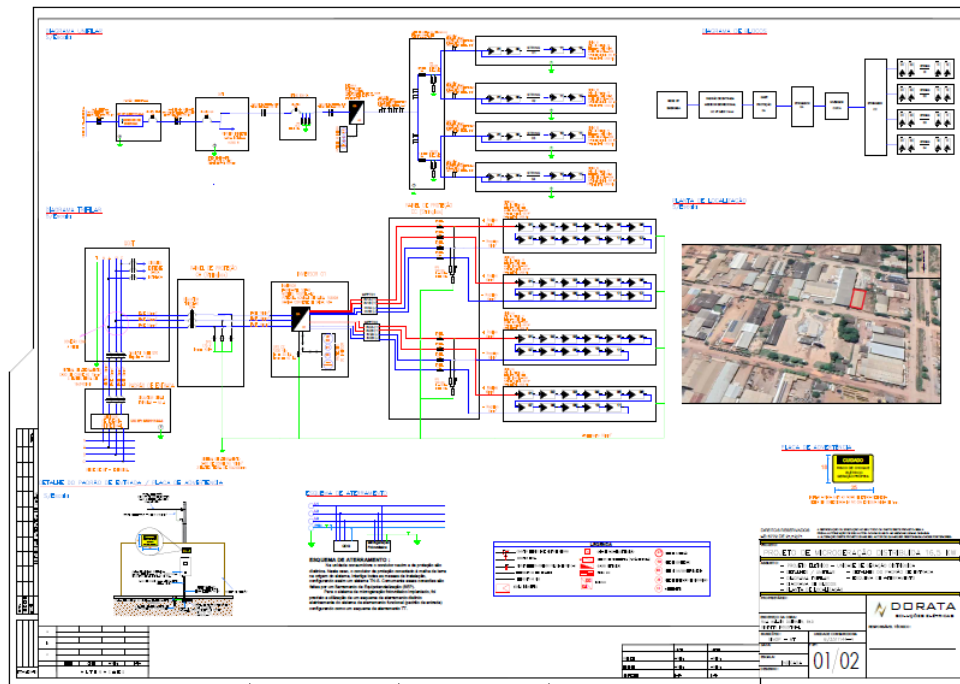
Na figura 15 é apresentada a planta baixa do galpão comercial e o ponto de instalação do inversor e das string box's, também são apresentados a disposição dos módulos no telhado. Neste projeto como a potência nominal do inversor é superior a 10 kW é necessário o desenho da rede de distribuição do local onde será instalado o sistema de microgeração. O anexo H apresenta a prancha 2 completa.

3.4 Projeto de Rede Distribuição Elétrica

Durante o estágio foram realizados projetos de rede de distribuição rural e urbana, no entanto, nesse relatório será apresentado um projeto de rede de distribuição rural.

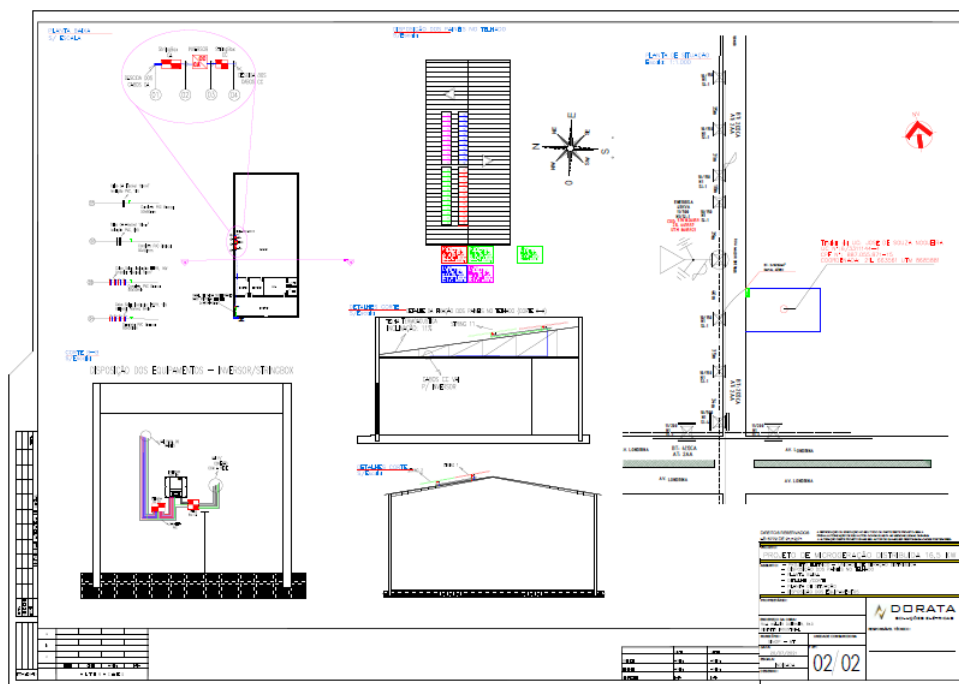
Para elaboração do projeto de rede de distribuição rural foram consultadas as normas da NDU002-Fornecimento de Energia Elétrica Em Tensão Primária, NDU005-Instalações Básicas Para Construção De Redes de Distribuição Rurais e NDU007-Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Rurais.

Figura 14 – Prancha 1 Projeto Comercial.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 15 – Prancha 2 Projeto Comercial.



Fonte: Próprio Autor.

A primeira etapa do projeto de rede de distribuição é o levantamento de dados e documentos. Portanto é realizado uma vistoria de campo, com a finalidade de recolher informações pertinentes a rede de distribuição existente, coletando dados como coordenadas geográficas do local a ser atendido, coordenadas geográficas dos transformadores e chaves fusíveis próximas ao local, é também desenhado um esboço da rede de distribuição. A figura 16 apresenta duas fotos registradas para a elaboração do projeto de RDR, sendo respectivamente a chave de derivação e o transformador mais próximos ao local de instalação do novo transformador.

Figura 16 – Vistoria Técnica para levantamento de dados RDR.



(a) Chave de derivação

(b) Posto de Transformação Mono-fásico

Fonte: Próprio autor.

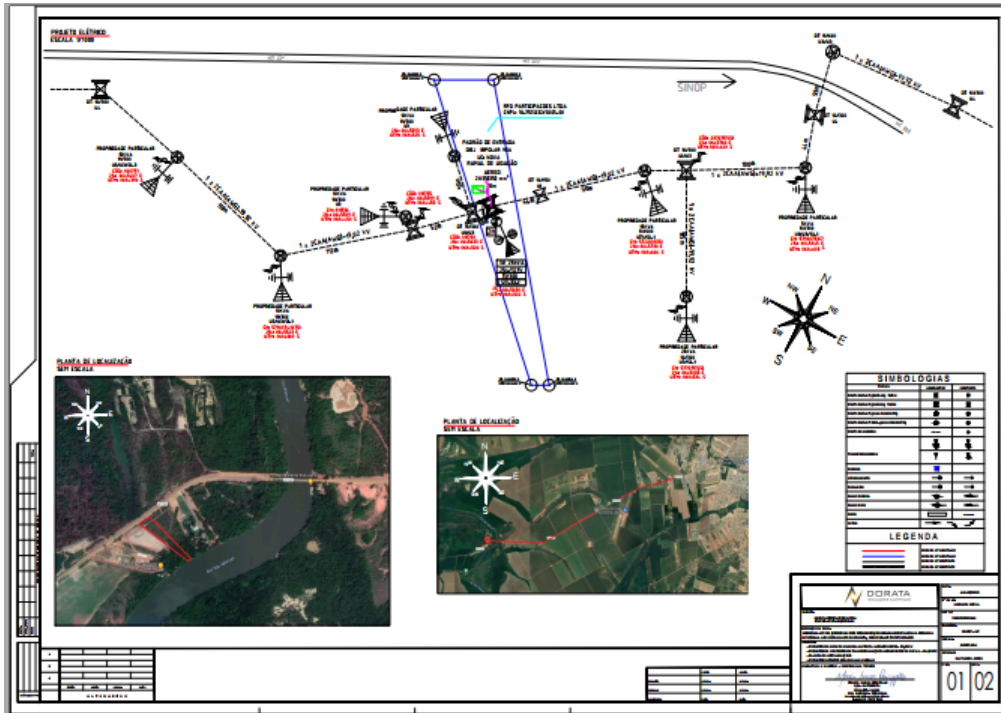
Logo após, são realizados os termos necessários para protocolo de projetos. Também são realizadas cópias de documentos, como contrato de compra e venda, matrícula da área, documento pessoal do proprietário, caso for empresa cartão CNPJ e última alteração de contrato social.

A parte de projeto é realizada no software Autocad, nele são desenvolvidos o diagrama unifilar, os detalhes de aterramento e instalação do posto de transformação, os detalhes das estruturas que serão utilizadas, a planta de situação atual da rede de distribuição e planta de localização.

O desenvolvimento do projeto elétrico é exposto nas figuras 17 e 18, nelas são exibidas o esboço da rede de distribuição, a planta de situação, diagrama unifilar, estruturas utilizadas, para-raios de baixa de tensão e outros detalhes. Ressalta-se que essas pranchas estão também nos anexos I e J.

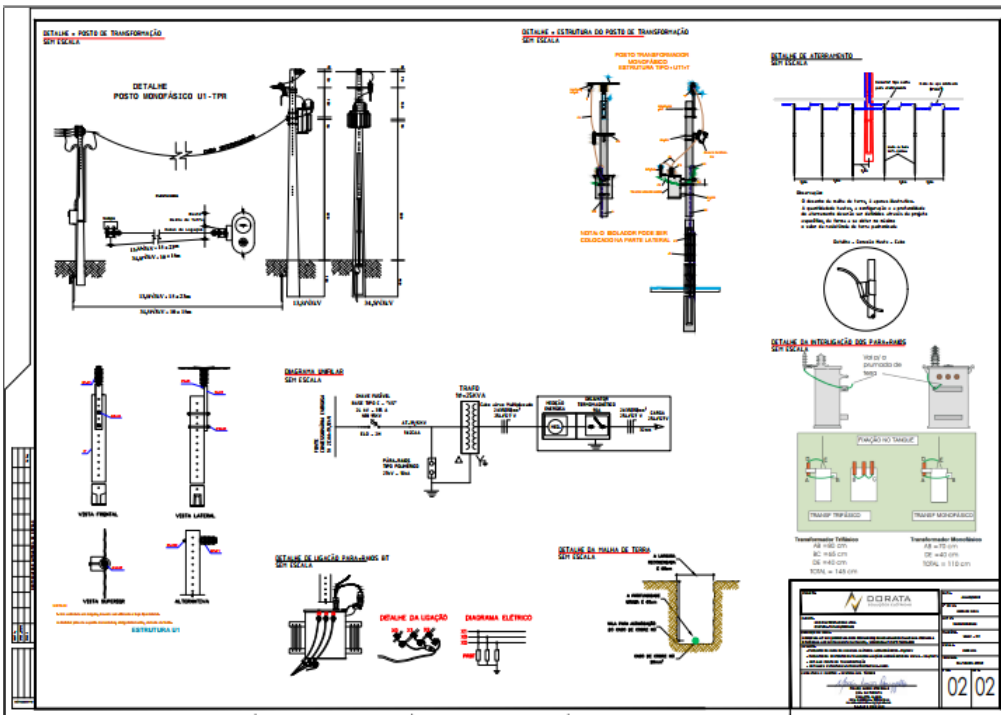
Também são elaborados os documentos como lista de material, os cálculos de queda de tensão, cálculos de carga e demanda e memorial descritivo. Posteriormente, com tudo

Figura 17 – Prancha 1 Projeto Elétrico RDR.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 18 – Prancha 2 Projeto Elétrico RDR.



Fonte: Próprio Autor.

pronto e conferido, é realizado o protocolo.

3.5 Atividades Complementares

Durante o estágio também foram desenvolvidas planilhas de acompanhamento de projeto e obra, nestas planilhas eram inseridos os dados do projeto e datas para controle administrativo de quais projetos estavam sendo elaborados e executados. Com a criação da planilha, os trabalhos realizados pelos estagiários foram integrados, isso ocorreu para que houvesse maior controle e otimização dos projetos. A planilha utilizada pelos estagiários é apresentada na figura 19, nela é possível identificar cada etapa que está sendo executada do projeto.

Figura 19 – Planilha desenvolvida para o setor de projetos.

OBRA	EMPRESA	PROJETO (AUTOCA)	ART	MATERIAL	MEMORIAL	SOLICITAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	UC	ENTRADA/SAÍDA	PROTOCOLO	Resultado	MODELO PLACA	Marca Placa	QTD PLAC	INVERSOR	DATA PROTOCO	DATA APROV	DATA PEDIDO	OBSERVAÇÕES
		OK	OK	OK	OK	OK	PEDIR	PEDIR	PEDIR	OK	Aprovado								
		FAZER	FAZER	FAZER	FAZER	FAZER	PARADO	PARADO	AER SUB	FAZER	Reprovado								
		PARADO	PARADO	PARADO	PARADO	PARADO	OK	OK	AER/AER	ECUTAN	Análise								
		ECUTAND	ECUTAN	ECUTAN	ECUTAN	ECUTAN			Sub SUB	OK	Substituído								

Fonte: Próprio Autor.

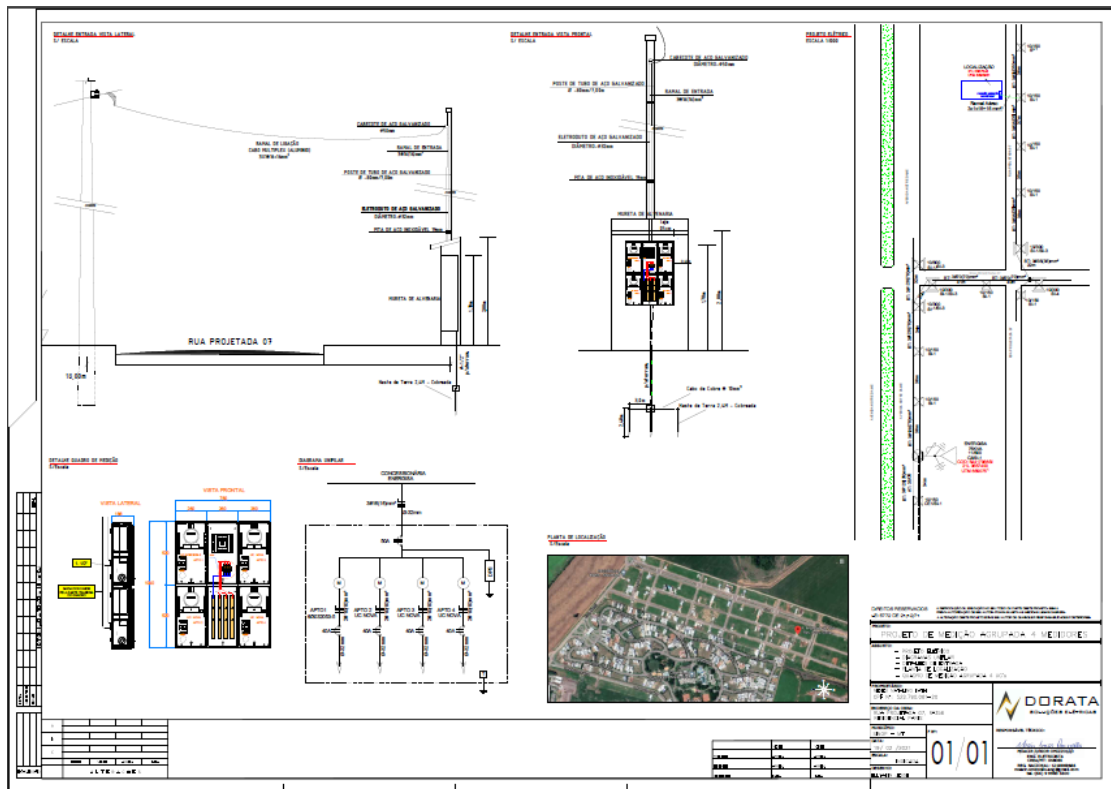
Também foram realizados projetos de medição agrupada, esses projetos foram elaborados conforme solicitado pela NDU003 Fornecimento De Energia Elétrica Em Tensão Primária E Secundária A Agrupamentos Ou Edificação De Múltiplas Unidades Consumidoras Acima De 3 Unidades.

Para medição agrupada, foi necessário enviar os documentos pessoais do proprietário, documento de compra e venda do lote ou escritura, carta de protocolo, memorial descritivo, ART e projeto elétrico. No projeto elétrico é apresentado a planta de situação da rede do local, planta de localização, diagrama unifilar, detalhes das vistas do conjunto de medição e detalhe do quadro de medição. A figura 20 e o anexo K apresentam a prancha final de um projeto de medição agrupada.

Houveram também realizações de vistorias técnicas nas obras de energia solar executadas, assim como vistorias técnicas para análise da qualidade de energia nas empresas.

Na figura 21 são apresentada imagens referente a uma avaliação de qualidade de energia, solicitada pelo cliente. Para avaliação foram realizadas análises termográficas dos condutores e equipamentos utilizados e coleta de dados de energia elétrica, por meio de um analisador de energia elétrica. Com a coleta de dados de energia, realizada por meio do analisador de energia, foi possível verificar que era necessário alterar a demanda contratada, assim como ajustar o fator de potência.

Figura 20 – Prancha Projeto Elétrico Medição Agrupada.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 21 – Vistoria Técnica realizada a uma madeireira.



(a) Análise Termográfica (b) Configurando analisador de Energia

Fonte: Próprio autor.

4 Conclusão

As atividades desenvolvidas durante o estágio ressaltaram a importância de disciplinas estudadas ao longo da graduação, em especial disciplinas como Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos e Laboratório de Circuitos elétricos I, visto que devido a pandemia o laboratório de Instalações Elétricas foi realizado de maneira remota.

O estágio ajudou a completar o conhecimento prático apresentado em Instalações elétricas, devido a lidar e solucionar com problemas diários de instalações, como troca de disjuntores verificações de conexões, troca de fusíveis e DPS etc. O estágio também possibilitou conhecimentos pouco abordados durante a graduação, como exemplo assuntos relacionados a energia solar, rede de distribuição rural e urbana e documentações necessárias para protocolos.

Por fim, os projetos realizados ao longo do estágio permitiram uma interação que ao longo da graduação é limitada apenas à construção de conhecimentos e no estágio permitiu-se aplicar esses aprendizados na prática diária de uma empresa. Prática essa que instiga o estudante a continuar em busca de mais conhecimento e aplicações em engenharia.

Referências

- 1 ZILLES, Roberto et al. *Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica*. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. ISBN 978-85-7975-052-6. Disponível em: <<http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/degustacao-ok.pdf>>. Acesso em: 16 de Agosto de 2021.
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. *Geração distribuída fotovoltaica cresce 230% ao ano no Brasil*. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/geracao-distribuida-fotovoltaica-cresce-230-ao-ano-no-brasil/>>. Acesso em: 16 de Agosto de 2021.
- 3 PORTAL SOLAR. *Dados do Mercado de Energia Solar no Brasil*. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html>>. Acesso em: 16 de Agosto de 2021.
- 4 ANEEL. *Resolução Normativa Nº 482*. [S.l.], 2012. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/PRODIST-M%C3%B3dulo3_Revis%C3%A3o7/ebfa9546-09c2-4fe5-a5a2-ac8430cbca99>. Acesso em: 16 de Agosto de 2021.
- 5 SEBRAE. *Energia Solar: Qual a diferença entre sistemas On Grid e Off Grid?* Disponível em: <<https://respostas.sebrae.com.br/energia-solar-qual-a-diferenca-entre-sistemas-on-grid-e-off-grid/>>. Acesso em: 16 de Agosto de 2021.
- 6 PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. CEPTEL. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Rio de Janeiro: CEPTEL-CRESEB, 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 16 de Agosto de 2021.
- 7 CARLETTE, LUAN PETERLE. *Comparação de algoritmos de máxima potência em sistemas fotovoltaicos como carregador de baterias*. Monografia (Monografia em Engenharia Elétrica) — Universidade Federal de Viçosa, VIÇOSA-MG, 2015. Disponível em: <<http://www.gesep.ufv.br/wp-content/uploads/Luan-2015.pdf>>. Acesso em: 16 de Agosto de 2021.
- 8 FONTÃO, Marcelo Luiz. *Análise da qualidade de energia em sistema fotovoltaico em operação paralela com a rede de distribuição de energia elétrica*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica) — Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça-SC, 2017. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3942/TCC%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 de Agosto de 2021.
- 9 VILLALVA, Marcelo. *Como são homologados os inversores fotovoltaicos no Brasil?* 2020. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/como-sao-homologados-os-inversores-fotovoltaicos-no-brasil/>>. Acesso em: 17 de Agosto de 2021.

10 PHB SOLAR. *String Box CC+CA PHB2 Strings1000V*. 2015. Disponível em: <<https://www.phb.com.br/PDFs/Produtos/Solar/StringBox/StringBoxPHBCCCA02xStrings1000V.pdf>>. Acesso em: 17 de Agosto de 2021.

ANEXO A – Memorial Descritivo pagina 1

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO: GERAÇÃO DISTRIBUÍDA					
Tipo do Projeto:	Micro Geração		Previsão de Atendimento:	Janeiro	2020
Finalidade:	Ex: O projeto tem como finalidade atender a Padaria registrado pela n° da UC 5/123456-, fazendo conexão com a rede elétrica da concessionária e participar do sistema de compensação.				
Normas, Padrões Técnicos e Resoluções Relacionadas:	Ex: NDU 013, NDU 001, Resolução 482, NDU 015, Prodist 3.7, etc...				
DADOS DO PROPRIETÁRIO					
Nome:	NOME DO SOLICITANTE				
Fisca/Jurídica:	Física	CPF/CNPJ:		RG/Emissor:	
Endereço:			Nº:	Comp.:	
Bairro:		Cidade:			UF:
E-mail:			Telefone - 01:	02:	
DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA GERADORA					
Unidade Consumidora Existente:	Ex: 10/123456-7	Modalidade:	Geração na Própria UC		
Tipo de Fonte da Geração:	Solar	Potência Instalada da UC (kW):	Ex: 28,25kW		
Potência Instalada de Geração (kWp):	Ex: 18,5kW	Carga Instalada da UC (kW):	Ex: 25 kW		
Tipo de Aterramento	Ex: TT, TN-S, TN-C				
Tipo do Ramal de Entrada	Aéreo	Classe de Atendimento:	Residencial		
Coordenada do padrão de entrada:	21k 1234455 75660	Atividade	Residencial		
Tipo de conexão:	Trifásico	Tensão de Conexão:	127/220V		
Dimensionamento do Padrão de Entrada:	Neste campo o projetista deverá informar o dimensionamento em mm ² dos condutores do padrão de entrada e de aterramento e seu tipo de isolamento (Se PVC ou EPR/XLPE), junto com a proteção e o diâmetro do eletroduto a ser utilizado no padrão de entrada. Obs: Para o dimensionamento, seguir as normas 001 ou 002.				
UC'S QUE IRÃO PARTICIPAR DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO					
N° UC	% de Compensação	N° UC	% de Compensação		
DADOS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO					
Nome:					
Registro Profissional:		Órgão:		CPF:	
E-mail:					
Telefone - 01:		02:		03:	
AUTORIZAÇÃO DE ENVIO DE FATURA E DEMONSTRATIVO DE ENERGIA INJETADA POR MEIO ELETRÔNICO					
O preenchimento deste Termo implica no envio, de forma exclusiva, das primeiras vias das contas de energia elétrica da Energisa através de endereço eletrônico (e-mail) -, implicando, a partir de então, no NÃO RECEBIMENTO DE FORMA IMPRESSA das mesmas, em compromisso com a sustentabilidade.					
*Informo que estou ciente que optando pela fatura via e-mail não receberei a fatura convencional (em papel), conforme TERMOS DO ART. 122, INCISO III, DA RESOLUÇÃO DA ANEEL Nº 414/10.					
*Ficará disponível para o cliente a opção de cancelamento do recebimento da fatura via e-mail, podendo esta solicitação ser realizada a qualquer momento.					
Nome:					
E-mail:			E-mail:		
E-mail:			E-mail:		
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.					
CHECKLIST DE DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA (PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO)					
POTENCIA SUPERIOR 10KW			POTENCIA IGUAL OU INFERIOR A 10KW		
DOCUMENTOS	ANEXADO	NOME DO ARQUIVO	DOCUMENTOS	ANEXADO	NOME DO ARQUIVO
ART	SIM	ANEXO ART	ART		
FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO	SIM	ANEXO FORMULÁRIO	FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO		
DIAGRAMA UNIFILAR	SIM	PRANCHA 2	DIAGRAMA UNIFILAR		
DIAGRAMA TRIFILAR	NÃO	PRANCHA 1	REPRESENTAÇÃO COMPLETA DA VISTA DO PADRÃO		
REPRESENTAÇÃO COMPLETA DA VISTA DO PADRÃO			CERTIFICADO DOS INVERSORES		
CERTIFICADO DOS INVERSORES			PLANTA DE LOCALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA		
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA			DATASHEET MÓDULOS		
DATASHEET MÓDULOS			DATASHEET INVERSORES		
DATASHEET INVERSORES			PROCURAÇÃO		
PROCURAÇÃO			DOCUMENTO PESSOAL SOLICITANTE		
DOCUMENTO PESSOAL SOLICITANTE			DOCUMENTO QUE COMPROVE COOGERAÇÃO QUALIFICADA		
DOCUMENTO QUE COMPROVE COOGERAÇÃO QUALIFICADA	SEM NECESSIDADE				
***DEVE SER ENVIADO DOCUMENTO DE ATRIBUIÇÕES DO CONSELHO PARA TODOS OS TIPOS DE PROJETOS					

ANEXO B – Memorial Descritivo pagina 2

MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO: GERAÇÃO DISTRIBUÍDA			
INFORMAÇÕES DAS PLACAS			
Fabricante dos Módulos:	Ex: Canadian Solar	Modelo dos Módulos:	Ex: CS6X 325P-FG
Potência Individual dos Módulos (kW):	325	Quantidade de Módulos:	10
Potencia Total da Geração (kW):	3,25	Área Total dos Arranjos (m²):	Ex: 20 m²
Localização da Instalação das Placas:	Ex: Será instalado no telhado		
INFORMAÇÕES DOS INVERSORES			
Fabricante do Inversor:	Ex: Fronius	Modelo dos Inversores:	Ex: SYMO 3.3-3-M
Potência Individual do Inversor (kW):	3	Quantidade de Inversores:	1
Potência Total dos Inversores (kW):	3	Localização dos Inversores:	Ex: O inversor será instalado na área da cozinha
Altura do Inversores (do topo do visor até o piso acabado):	1.60m	Certificações:	Ex: Descrever as certificações que atendem ao inversor
Dimensionamento dos Equipamentos de Proteção:	Informar dimensionamento do gerador, do inversor, dos equipamentos de proteção CC e CA (disjuntor, fusíveis e DPS), disjuntor de entrada do inversor e dos condutores		
AJUSTES RECOMENDADOS DAS PROTEÇÕES - PARAMETRIZAÇÃO DO INVERSOR			
DESCRIÇÃO	PARÂMETROS	TEMPO DE ATUAÇÃO	
Tensão no ponto de Conexão:	$V < 80\% (0,8 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s	
Tensão no ponto de Conexão:	$V < 110\% (1,1 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s	
Regime Normal de Operação:	$80\% \leq V < 110\%$	Condições normais	
Subfrequência:	$f < 57,5 \text{ HZ}$	Desligar em até 0,2 s	
Sobrefrequência:	$f > 62,0 \text{ HZ}$	Desligar em 0,2 s	
Frequência Nominal da Rede:	$f = 60 \text{ HZ}$	Condições normais	
Após a perda da rede (ilhamento), 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	
NOTAS:			
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 1,60m 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.			
OBSERVAÇÕES DO PROJETISTA:			
Casa haja alguma observação do projetista a mesma deverá ser inserida neste campo.			
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.			

ANEXO C – Formulário de Solicitação de Acesso para potência menor ou igual a 10kW

FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBÍDA COM POTENCIA IGUAL OU INFERIOR A 10 KW				
1 - IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC				
Código da UC:		Classe:		
Titular da UC:				
Rua/Av.:		Nº.	CEP:	
		Cidade:		
Bairro:		UF:		
E-mail:		CNPJ/CPF:		
Telefone:		Celular:		
2 - DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA				
Potência Instalada (kW):		Tensão de Atendimento (V):		
Tipo de Conexão:	Monofásica <input type="checkbox"/>	Bifásica <input type="checkbox"/>	Trifásica <input type="checkbox"/>	
3 - DADOS DA GERAÇÃO				
Potência Instalada de Geração (kWp):				
Tipo da Fonte de Geração:				
Hidráulica <input type="checkbox"/>	Solar <input type="checkbox"/>	Eólica <input type="checkbox"/>	Biomassa <input type="checkbox"/>	Cogeração Qualificada <input type="checkbox"/>
Outra (Especificar):				
4 - DOCUMENTAÇÕES A SER ANEXADA				
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 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 Instrumento jurídico 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)				<input type="checkbox"/>
5 - CONTATOS NA DISTRIBUIDORA (PREENCHIDO PELA DISTRIBUIDORA)				
Responsável/Área:				
Endereço:				
Telefone:				
E-mail:				
6 - SOLICITANTE				
Nome/Procurador Legal:				
Telefone:				
E-mail:				
_____ / _____ / _____				
Local	Data		Assinatura do Responsável	

ANEXO D – Formulário de Solicitação de Acesso para potência superior a 10kW

FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBÍDA COM POTENCIA SUPERIOR A 10 KW				
1 - IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC				
Código da UC:		Classe:		
Titular da UC:				
Rua/Av.:		Nº.	CEP:	
		Cidade:		
Bairro:		UF:		
E-mail:		CNPJ/CPF:		
Telefone: ()		Celular: ()		
2 - DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA				
Potência Instalada (kW):		Tensão de Atendimento (V):		
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:				
Hidráulica <input type="checkbox"/>	Solar <input type="checkbox"/>	Eólica <input type="checkbox"/>	Biomassa <input type="checkbox"/>	Cogeração Qualificada <input type="checkbox"/>
Outra (Especificar):				
4 - DOCUMENTAÇÕES A SER ANEXADA				
1. ART do Responsável Técnico pelo Projeto elétrico e instalação do sistema de microgeração;				<input type="checkbox"/>
2. Projeto elétrico das Instalações de Conexão, Memorial Descritivo;				<input type="checkbox"/>
3. Diagrama Unifilar e de Blocos do Sistema de Geração, Carga e Proteção;				<input type="checkbox"/>
4. 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"/>
5. Dados Necessários ao Registro da Central geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg				<input type="checkbox"/>
6. Lista de Unidades Consumidoras participantes do sistema 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"/>
7. Cópia de Instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver);				<input type="checkbox"/>
8. Documento que comprove o reconhecimento, pela ANEEL, da cogeração qualificada (se houver).				<input type="checkbox"/>
5 - CONTATOS NA DISTRIBUIDORA (PREENCHIDO PELA DISTRIBUIDORA)				
Responsável/Área:				
Endereço:				
Telefone:				
E-mail:				
6 - SOLICITANTE				
Nome/Procurador Legal:				
Telefone:				
E-mail:				
/ /				
Local	Data		Assinatura do Responsável	

ANEXO E – Formulário para Cadastro de Unidades Consumidoras ao Sistema de Compensação

FORMULÁRIO PARA CADASTRO DE UNIDADES CONSUMIDORAS PARTICIPANTES DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO

Solicito que o excedente de energia injetada na rede pela unidade consumidora nº. _____, que esteja disponível para alocação nos termos da ReN Aneel 482/2012, seja rateada entre as unidades consumidoras abaixo relacionadas, conforme percentuais discriminados.

Dados da(s) Unidade(s) Consumidoras				(%)
Unidade Consumidora	Nome do Titular	CPF/CNPJ do Titular	Endereço	

Obs: a UC principal (geradora) somente pode ser incluída no rateio, no caso de empreendimento com múltiplas UCs (condomínio).

Declaro ainda estar ciente e concordar que:

- A soma dos percentuais informados limita-se à 100%, sendo que, caso resulte em valor inferior, o residual será compensado na unidade consumidora geradora.
- Em caso de encerramento da relação contratual do atual titular de qualquer dessas unidades consumidoras (nos termos do art. 70 da ReN Aneel 414/2010), o percentual alocado à mesma será transferido para a unidade consumidora geradora, até o envio de novo formulário para redefinição do rateio.
- As informações cadastradas com base no especificado neste documento somente serão alteradas mediante entrega de novo formulário, sendo de responsabilidade exclusiva do titular da unidade consumidora geradora (ou seu representante formalmente designado, no caso de Pessoa Jurídica) a emissão e entrega do mesmo.
- Este documento cancela e substitui qualquer outra solicitação anterior de cadastro de beneficiários relacionadas à unidade consumidora geradora acima identificada.

Titular da Unidade Consumidora

(Nome Completo/Razão Social): _____

CPF/CNPJ: _____

Nome do Responsável (Pessoa Física

formalmente designada - Quando PJ): _____

CPF: _____

Ass. do Titular ou Responsável formalmente autorizado (quando PJ): _____

ANEXO I – Prancha 1 Projeto Rede de distribuição Rural

PROJETO ELÉTRICO
ESCALA 1/800

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
SEM ESCALA

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
SERIESCALA

TÍTULO	PROJETO	DATA	ESCALA	FECHA
PROJETO ELÉTRICO	PROJETO ELÉTRICO	01/02	1/800	2024

PROFESSOR	PROFESSOR	PROFESSOR	PROFESSOR	PROFESSOR

SIMBOLOGIAS

TÍTULO	ABRVIATURAS	SÍMBOLOS
POSTO DE TRANSFORMAÇÃO	PT	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO	PM	(Symbol)
POSTO DE REGULAÇÃO DE TENSÃO	PR	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE TENSÃO	PM	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE CORRENTE	PC	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE POTÊNCIA	PP	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA	PE	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA	PF	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE HARMÔNICAS	PH	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE TEMPERATURA	PT	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE UMIDADE	PU	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO	PP	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE VELOCIDADE	PV	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE ACELERAÇÃO	PA	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE MAGNETISMO	PM	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE RADIÇÃO	PR	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE NÍVEL	PN	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO	PV	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE DEFORMAÇÃO	PD	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE FLUXO	PF	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE MASSA	PM	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE VOLUME	PV	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE TEMPERATURA	PT	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE UMIDADE	PU	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO	PP	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE VELOCIDADE	PV	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE ACELERAÇÃO	PA	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE MAGNETISMO	PM	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE RADIÇÃO	PR	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE NÍVEL	PN	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO	PV	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE DEFORMAÇÃO	PD	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE FLUXO	PF	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE MASSA	PM	(Symbol)
POSTO DE MEDIÇÃO DE VOLUME	PV	(Symbol)

LEGENDA

TÍTULO	ABRVIATURAS	SÍMBOLOS
REDE DE DISTRIBUIÇÃO	RD	(Symbol)
REDE DE TRANSMISSÃO	RT	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO	RM	(Symbol)
REDE DE REGULAÇÃO DE TENSÃO	RR	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE TENSÃO	RM	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE CORRENTE	RC	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE POTÊNCIA	RP	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE ENERGIA	RE	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA	RF	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE HARMÔNICAS	RH	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE TEMPERATURA	RT	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE UMIDADE	RU	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO	RP	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE VELOCIDADE	RV	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE ACELERAÇÃO	RA	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE MAGNETISMO	RM	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE RADIÇÃO	RR	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE NÍVEL	RN	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO	RV	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE DEFORMAÇÃO	RD	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE FLUXO	RF	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE MASSA	RM	(Symbol)
REDE DE MEDIÇÃO DE VOLUME	RV	(Symbol)

PROJETO ELÉTRICO
ESCALA 1/800

01 02

