



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

MARIA ALINNE SOUSA QUEIROZ

**HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM POTÊNCIA
SUPERIOR A 10 kW: PROCEDIMENTOS, PROJETOS E INSTALAÇÃO**

TUCURUÍ

2024

MARIA ALINNE SOUSA QUEIROZ

**HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM POTÊNCIA
SUPERIOR A 10 kW: PROCEDIMENTOS, PROJETOS E INSTALAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Elétrica, do Campus
Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal
do Pará, como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Davi Carvalho Moreira

TUCURUÍ

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Q3 Queiroz, Maria Alinne Sousa.
 Homologação de sistemas fotovoltaicos com potência superior
 a 10 kW: Procedimentos, projetos e instalação / Maria Alinne
 Sousa Queiroz. — 2024.
 55 f. : il. color.

 Orientador(a): Prof. Dr. Davi Carvalho Moreira
 Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do
 Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia
 Elétrica, Tucuruí, 2024.

 1. Energia Solar. 2. Sistemas Fotovoltaicos. 3.
 Homologação. 4. Normativas. I. Título.

CDD 621.31244

MARIA ALINNE SOUSA QUEIROZ

HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM POTÊNCIA SUPERIOR A 10 kW: PROCEDIMENTOS, PROJETOS E INSTALAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Elétrica, do Campus
Universitário de Tucuruí, da Universidade
Federal do Pará, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Elétrica.

Data de aprovação: 04/11/2024

Conceito: Excelente

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **DAVI CARVALHO MOREIRA**
Data: 11/11/2024 15:33:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Davi Carvalho Moreira
Orientador – FEE/CAMTUC/UFPA

Documento assinado digitalmente
 **EWERTON RAMOS GRANHEN**
Data: 12/11/2024 10:32:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ewerton Ramos Granhen
Examinador Interno – FEE/CAMTUC/UFPA

Documento assinado digitalmente
 **TERLYS DE ARAUJO SILVA**
Data: 12/11/2024 16:19:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Terlys de Araujo Silva
Examinador Externo – IFPA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUI
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Título	HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM POTÊNCIA SUPERIOR A 10 kW: PROCEDIMENTOS,
Discente	Maria Alinne Sousa Queiroz
Matrícula	201733940015

#	BANCA EXAMINADORA	CONDIÇÃO
1	Terlys de Araujo Silva (IFPA)	Examinador externo
2	Ewerton Ramos Granhen (CANTUC/UFPA)	Examinador interno
3	Davi Carvalho Moreira (CANTUC/UFPA)	Orientador

Data da Defesa: 04/11/2024	Hora Início: 14:35	Hora Término: 15:05
----------------------------	--------------------	---------------------

Trabalho Escrito (0 a 10 pontos por critério)			
Critério	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3
Formatação	10,0	9,0	10,0
Linguagem (gramática e semântica)	9,5	9,0	9,0
Conteúdo técnico	10,0	10,0	9,0
Média	9,8	9,3	9,3

Defesa Oral (0 a 10 pontos por critério)			
Critério	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3
Sequência lógica de apresentação	10,0	10,0	10,0
Administração do tempo	10,0	10,0	10,0
Expressão oral	10,0	9,5	9,0
Domínio do tema	10,0	10,0	9,0
Média	10,0	9,9	9,5

Média por examinador	9,9	9,6	9,4
Média Final	9,6		
Conceito Final	EXC		

Terlys de Araujo Silva
Terlys de Araujo Silva
Examinador externo

Ewerton R. Granhen
Ewerton Ramos Granhen
Examinador interno

Davi Carvalho Moreira
Davi Carvalho Moreira
Orientador

À minha mãe Maria Sales de Queiroz e ao meu pai Raimundo Azevedo de Souza, com muito amor, carinho e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria e força, minha eterna gratidão por me guiar e abençoar em cada passo dessa jornada, permitindo-me chegar até aqui.

À minha mãe, Maria Sales de Queiroz, pelo amor, apoio incondicional e por sempre acreditar no meu potencial. Ao meu pai, Raimundo Azevedo de Souza, pelo exemplo de paciência e persistência, que me inspira todos os dias. Ao meu irmão, Itamar de Queiroz, pelo companheirismo e incentivo ao longo dessa caminhada.

Ao meu orientador, Professor Dr. Davi Carvalho de Moreira, pela orientação, paciência e valiosas contribuições que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos demais professores do curso de Engenharia Elétrica, por todo o conhecimento transmitido e pela dedicação ao longo desses anos.

Ao meu amigo e companheiro de jornada, Niwesley Rodrigues, pela parceria e por compartilhar comigo os desafios e conquistas desta fase.

Ao meu amigo Alex Mendes que mesmo de longe nunca deixou de me apoiar.

E aos meus amigos de graduação, Adriano, Denni, Quézia, e a todos que tornaram essa experiência mais leve e gratificante, minha sincera gratidão.

Por fim, agradeço também à companhia constante dos meus queridos gatos, Maria e Bolota, que trouxeram momentos de alegria e conforto durante essa jornada.

“Às vezes, estradas diferentes levam para o mesmo castelo.”

(Jon Snow)

RESUMO

O crescimento da utilização de sistemas fotovoltaicos no Brasil, especialmente aqueles com potência superior a 10 kW, classificados como microgeração distribuída, tem demandado uma regulamentação cada vez mais detalhada para garantir sua integração à rede elétrica de forma segura e eficiente. Este trabalho, tem como base o Relatório de Estágio realizado na empresa SOL & CIA - Energia Solar, e tem como objetivo descrever os procedimentos e normativas vigentes para a homologação de um sistema fotovoltaico superior a 10 kW na cidade de Tucuruí-PA. Para isso, foram estudados os requisitos técnicos estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e pela Equatorial Energia - Pará, bem como as diretrizes das normas técnicas aplicáveis. Entre os desafios identificados, estão os trâmites burocráticos, a padronização dos processos entre distribuidoras e o acompanhamento das atualizações tecnológicas e normativas. Por fim, este estudo propõe um acompanhamento do passo a passo para otimizar o processo de homologação.

Palavras-chave: sistemas fotovoltaicos, homologação, normativas, procedimentos técnicos.

ABSTRACT

The growing use of photovoltaic systems in Brazil, especially those with a power output of more than 10 kW, classified as distributed microgeneration, has required increasingly detailed regulations to ensure their safe and efficient integration into the electricity grid. This work is based on the Internship Report carried out at the company SOL & CIA - Solar Energy and regulations in force for approving a photovoltaic system of more than 10 kW in the city of Tucuruí-PA. To this end, the technical requirements established by the National Electric Energy Agency (ANEEL) and Equatorial Energia - Pará were studied, as well as the guidelines of the applicable technical standards. Among the challenges identified are bureaucratic procedures, the standardization of processes between distributors and the monitoring of technological and regulatory updates. Finally, this study proposes a step-by-step approach to optimize the approval process.

Keywords: photovoltaic systems, homologation, regulations, technical procedures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fazenda Solar.....	5
Figura 2 - Efeito Fotovoltaico.....	6
Figura 3 - Faixa de Condução.....	7
Figura 4 - Módulos fotovoltaicos.....	8
Figura 5 - Sistema de microgeração on-grid.....	9
Figura 6 - Funcionamento de um sistema off-grid.....	10
Figura 7 - Logo-marca da empresa.....	14
Figura 8 - Faixada da empresa.....	15
Figura 9 - Localização da residência.....	17
Figura 10 - Diagrama multifilar.....	18
Figura 11 - Diagrama unifilar.....	19
Figura 12 - Diagrama de blocos.....	20
Figura 13 - Módulos fotovoltaicos instalados.....	23
Figura 14 - Padrão de entrada.....	24
Figura 15 - Inversor e strings box.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da Energia Solar.....	13
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento do gerador.....	21
Tabela 2 - Dimensionamento do inversor.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
eV	eletronVolt
GD	Geração Distribuída
GW	Gigawatts
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
IRENA	Agência Internacional de Energias Renováveis
MGD	Minigeração Distribuída
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
kW	Kilowatt
K	Kelvin
MW	MegaWatt
REN	Resolução Normativa
ROI	Retorno sobre o Investimento
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
EPÍGRAFE.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xi
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.2. Objetivo Geral.....	3
1.3. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Estrutura do Trabalho.....	3
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Efeito Fotovoltaico.....	5
2.2. Energia Fotovoltaica.....	7
CAPÍTULO 3 - NORMATIVAS E REGULAMENTAÇÕES.....	11
CAPÍTULO 4 - RELATÓRIO DE ESTÁGIO.....	15
4.1. Apresentação.....	15
4.2. Objetivos.....	15
4.3. Apresentação da Empresa.....	15
4.4. Atividades Realizadas.....	16
4.4.1 Projeto Elétrico.....	18
4.4.2 Diagrama Multifilar.....	19
4.4.3 Diagrama Unifilar.....	20
4.4.4 Diagrama de Blocos.....	21
4.4.5 Memorial Técnico Descritivo.....	22
4.4.6 Formulário de Solicitação de Acesso da Equatorial Energia.....	24
4.4.7 Fotos dos Painéis Solares Instalados.....	24
4.4.8 Fotos do Padrão de Entrada.....	25
4.4.9 Fotos do Inversor e das Strings Box.....	25
4.4.10 Formulário de Vistoria da Equatorial Energia.....	26
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES.....	28

REFERÊNCIAS.....	29
ANEXO A - FORMULÁRIO DE ACESSO.....	36
ANEXO B - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART).....	37
ANEXO C - CERTIFICADO DE CONFORMIDADE.....	38
ANEXO D - FORMULÁRIO DE VISTORIA.....	39

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, muitos processos de transformação ocorreram, e inúmeros estudos foram realizados para alcançar o nível de conhecimento científico que possuímos atualmente. Com essas evoluções, surgiu também a preocupação com o meio ambiente e sua conservação. A energia, considerada uma das maiores conquistas da humanidade, é uma área que tem mostrado grandes avanços ao longo dos anos. Dado que a energia é essencial para a vida humana, pode-se concluir que ela é indispensável para a maioria das atividades cotidianas (SOUZA, 2020).

O aumento da demanda energética, aliado à possibilidade de redução da oferta de combustíveis convencionais e à crescente atenção dada à degradação ambiental, está motivando a comunidade científica a pesquisar e desenvolver tecnologias para o aproveitamento de fontes alternativas de energia que sejam menos poluentes e renováveis, minimizando os impactos ambientais (PEREIRA et al., 2006). Diante desse cenário e do aumento da preocupação com a preservação ambiental, há uma crescente busca por alternativas que não apenas contribua para a redução dos impactos no meio ambiente, mas também atendam à demanda energética. Isso resultou em um impulso significativo na geração de eletricidade a partir de fontes renováveis em todo o mundo, como a energia proveniente da fonte solar (MARTINS, 2018).

A energia solar térmica e a energia fotovoltaica têm-se destacado diante desse cenário. A energia solar térmica utiliza o calor do sol para aquecer fluidos e gerar energia térmica, desempenhando um papel importante em processos industriais e sistemas de aquecimento de água. No entanto, a energia fotovoltaica, que converte a luz solar diretamente em eletricidade através de células solares, tem ganhado ainda mais relevância nos últimos anos. Isso se deve à queda nos custos de produção dos painéis solares, impulsionada pelos avanços tecnológicos (COSTA, 2021). Como resultado, a energia fotovoltaica se torna uma escolha viável para consumidores e empresas, impulsionando a transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável.

Nesse contexto, a demanda por sistemas fotovoltaicos de maior capacidade, especialmente aqueles com potência superior a 10 kilowatts (kW), que, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), se enquadram como microgeração distribuída. De acordo com a ANEEL, a microgeração distribuída refere-se a centrais geradoras de energia elétrica com potência instalada de até 75 kW, enquanto a minigeração distribuída abrange potências superiores a 75 kW até 5 megawatt (MW) (ANEEL, 2023). Essa classificação facilita

a regulamentação e o acesso à rede elétrica, promovendo um ambiente propício para a adoção de sistemas fotovoltaico.

Para residências de grande porte, sistemas fotovoltaicos com capacidade superior a 10 kW são frequentemente necessários para atender ao consumo energético elevado, que inclui o funcionamento de vários aparelhos eletrodomésticos, sistemas de climatização e iluminação. A instalação desses sistemas permite que essas residências se tornem autossuficientes em termos de energia e contribuam com a rede elétrica através do excedente gerado (FERREIRA et al., 2020).

Diante disso, a homologação desses sistemas é indispensável para assegurar segurança e eficiência na geração de energia, reforçando confiabilidade e viabilidade de tais investimentos (SOUZA et al., 2024). Ela garante que os sistemas fotovoltaicos atendam às normas técnicas estabelecidas pela ABNT NBR 16690, minimizando riscos como incêndios ou danos a equipamentos. Além disso, assegura que o sistema funcione com máxima eficiência, otimizando a geração de energia (CAMPOS et al., 2023).

Com a constante diminuição dos custos e o aumento da eficiência dos equipamentos, o Retorno sobre o Investimento (ROI) em sistemas fotovoltaicos com potência superior a 10 kW tem se tornado cada vez mais atrativo para residências, empresas e indústrias. Embora o custo inicial de instalação possa ser elevado, a recuperação do capital investido ocorre em um período estimado de 4 a 7 anos. Segundo Cavalcanti e Rodrigues (2019), “a análise de viabilidade econômica é crucial para entender a rentabilidade dos sistemas fotovoltaicos em longo prazo”.

Neste contexto, o presente trabalho, fundamentado no Relatório de Estágio realizado na empresa SOL & CIA - Energia Solar, tem como objetivo descrever os procedimentos e normativas vigentes para a homologação de um sistema fotovoltaico superior a 10 kW na cidade de Tucuruí-PA.

O trabalho em questão foi apresentado como parte integrante do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), por meio de uma estratégia de flexibilização, definida pela RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 01/2024/FEE, de 12 de abril de 2024, que trata da flexibilização da atividade curricular de TCC por meio da INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 05/2023 – PROEG/UFPA, de 21 de dezembro de 2023, a utilização deste trabalho com o objetivo proposto, tem autorização do colegiado da Faculdade de Engenharia Elétrica como declarado na ATA DE REUNIÃO Nº 04/2024/FEE, de 02 de julho de 2024.

1.2. Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo descrever o processo de homologação de sistemas fotovoltaicos com potência superior a 10 kW, apresentando projeto elétrico e seus componentes necessários para sua implementação, na cidade de Tucuruí-PA.

1.3. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- ✓ Relatar as normativas e regulamentações vigentes.
- ✓ Descrever o procedimento técnico-administrativo para a homologação.
- ✓ Apresentar os projetos executivos e equipamentos do sistema instalado.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução ao tema, incluindo os objetivos gerais e específicos da pesquisa. O capítulo 2 consiste em uma revisão bibliográfica sobre a evolução da energia solar, com ênfase no funcionamento do efeito fotovoltaico e da tecnologia solar fotovoltaica. O capítulo 3 aborda as normativas e regulamentações vigentes. No capítulo 4, é apresentado o relatório de estágio, detalhando as atividades realizadas, com foco no processo de homologação de um sistema fotovoltaico acima de 10 kW, incluindo o passo a passo do procedimento. Por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

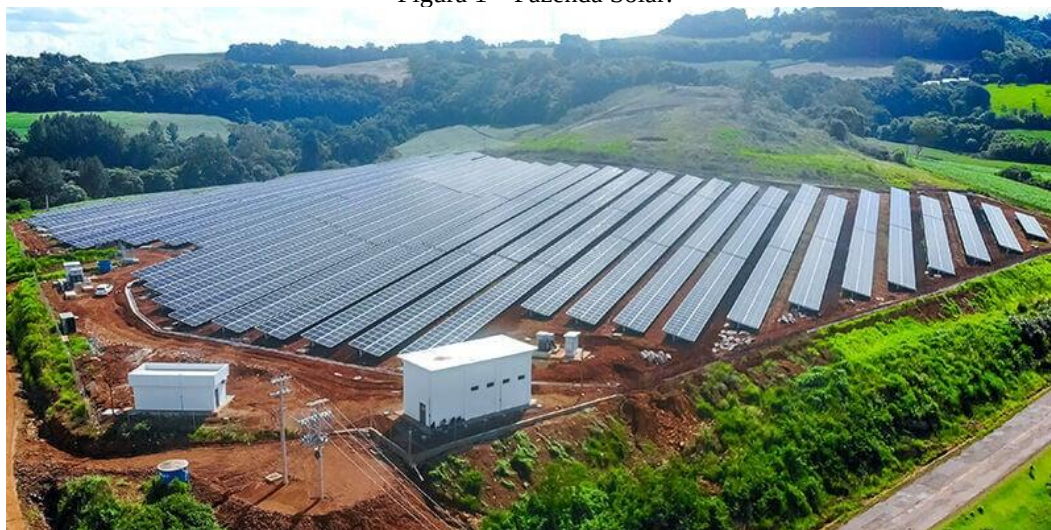
A trajetória da energia solar remonta a séculos, mas seu desenvolvimento significativo começou no século XIX. Em 1839, o físico francês Alexandre Edmond Becquerel descobriu o efeito fotovoltaico, que é a base para a geração de eletricidade solar. Essa descoberta abriu caminho para experimentos que culminaram na criação das primeiras células solares (SOUZA, 2020). Em 1876, Richard Evans Day e William Grylls Adams desenvolveram um dispositivo que produzia eletricidade usando selênio, embora com baixa eficiência.

O avanço tecnológico continuou e, em 1954, foi criada a primeira célula solar de silício, com eficiência de 6%. Esse marco impulsionou o uso da energia solar na indústria aeroespacial e, em 1958, um gerador solar foi utilizado para alimentar um rádio em um satélite. Segundo a Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), o Brasil é atualmente o sexto país em geração de energia solar no mundo, com mais de 39 gigawatts (GW) de capacidade instalada (G1, 2023). Nos anos seguintes, a energia solar começou a ser aplicada em residências e indústrias, especialmente durante a crise do petróleo na década de 1970, quando a busca por fontes alternativas de energia se intensificou.

A partir dos anos 1990, a eficiência das células solares aumentou significativamente, atingindo mais de 30% em algumas tecnologias. O crescimento da energia solar continuou nas décadas seguintes, com inovações tecnológicas e redução de custos tornando-a uma opção viável e competitiva no mercado energético global. Como destacado em G1 (2023), a energia solar já representa 12% da matriz elétrica brasileira. Hoje, a energia solar é reconhecida como uma fonte limpa e renovável, essencial para a transição energética e a mitigação das mudanças climáticas.

A Figura 1 ilustra uma fazenda solar fotovoltaica, um empreendimento dedicado à geração de energia elétrica a partir da luz solar. Com painéis solares dispostos em grande escala, essa instalação é capaz de converter a radiação solar em energia renovável, contribuindo para a sustentabilidade e redução das emissões de carbono.

Figura 1 – Fazenda Solar.



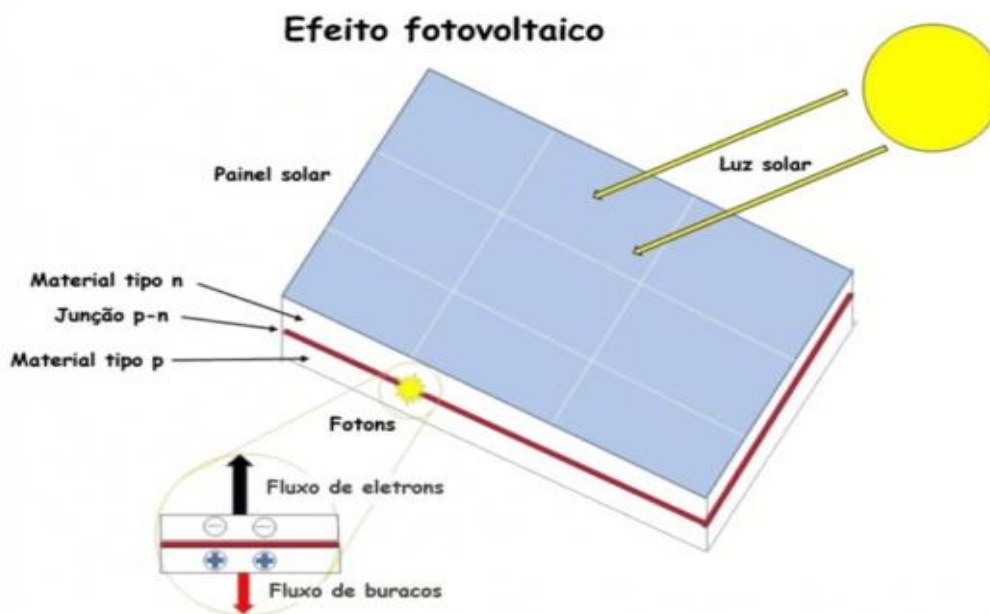
Fonte: TAB energia (2024).

2.1. Efeito Fotovoltaico

O efeito fotovoltaico é o fenômeno responsável pela conversão da radiação solar em eletricidade, essencial para a produção de energia solar. O processo inicia-se quando a radiação solar, composta por partículas chamadas fótons, incide sobre uma célula solar feita de materiais semicondutores, como o silício. Quando um fóton é absorvido, ele transfere sua energia a um elétron no material semicondutor, excitando-o e permitindo que este elétron se mova livremente. Essa movimentação dos elétrons cria uma corrente elétrica, pois os elétrons se deslocam em direção a condutores conectados à célula solar. Como destaca Albert Einstein (1931), "a energia não pode ser criada ou destruída; ela apenas pode ser transformada de uma forma em outra", o que é fundamental para entender como a energia solar é convertida em eletricidade. Além disso, a importância da energia renovável é enfatizada por Amory Lovins (2005), que afirma que "a eficiência energética e as fontes renováveis são as chaves para um futuro sustentável".

Na Figura 2, é apresentado um esquema do efeito fotovoltaico, ilustrando como a radiação solar (fótons), ao incidir sobre uma célula fotovoltaica, provoca o movimento de elétrons, resultando na geração de corrente elétrica.

Figura 2 - Efeito Fotovoltaico.



Fonte: UFGRS (2024).

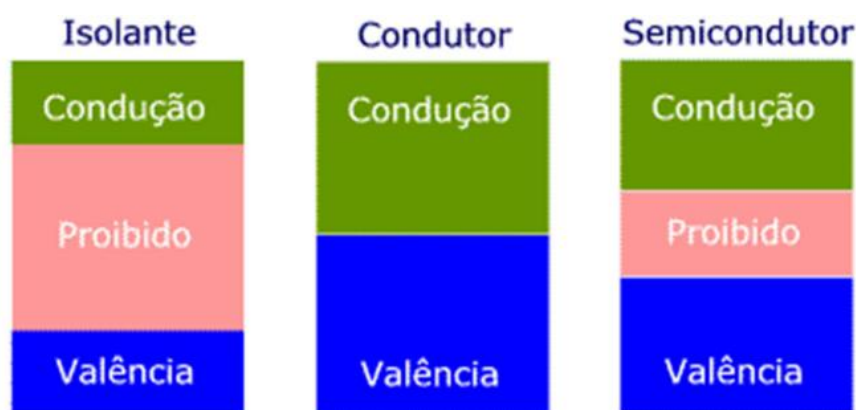
O efeito fotovoltaico ocorre em materiais semicondutores, que se destacam por transmitir energia de maneira mais eficiente que os isolantes, porém menos eficiente que os condutores. A propriedade dos semicondutores é determinada por suas faixas de valência (faixas de energia onde se encontram os elétrons) e pelas faixas de condução, que são áreas sem presença de elétrons. Entre essas duas faixas está o chamado hiato de energia, cuja magnitude determina se o material será classificado como semicondutor (Figueiredo, 2018). Nos materiais semicondutores, o hiato de energia é intermediário, permitindo que fótons de luz visíveis, com energia suficiente, possam excitar elétrons da faixa de valência para a faixa de condução, possibilitando o fluxo de corrente elétrica (Marques, 2015). Em contraste, materiais isolantes têm um hiato de energia muito maior, impedindo essa transição.

Os semicondutores se comportam como isolantes a temperaturas muito baixas, devido ao fato de que todos os elétrons se encontram na banda de valência. À medida que a temperatura aumenta, os elétrons podem absorver energia suficiente para saltar para a banda de condução, onde se tornam portadores de carga elétrica (Zhang et al., 2014). O hiato de energia (ou banda proibida) dos semicondutores é geralmente pequeno; por exemplo, o silício possui um hiato de aproximadamente 1,12 eV a 300 Kelvin (K) (Figueiredo, 2018). Essa característica permite que uma fração útil dos elétrons de valência possa saltar para a banda de condução sob condições apropriadas.

Quando uma diferença de potencial é aplicada a um semicondutor, os elétrons livres na banda de condução movem-se em direção ao polo positivo e as lacunas na banda de valência se movem em direção ao polo negativo, resultando em uma corrente elétrica (Marques, 2015).

A Figura 3 ilustra a separação entre as faixas de condução e valência em materiais, incluindo semicondutores, condutores e isolantes. No caso dos semicondutores, destaca-se como os elétrons, ao receberem energia, podem saltar da faixa de valência para a de condução, permitindo assim a condução elétrica. Além disso, a figura também apresenta as características de condutores, onde a sobreposição entre as faixas de valência e condução permite que os elétrons se movimentem livremente, facilitando a condução. Por outro lado, nos isolantes, há uma grande separação entre essas faixas, o que impede que os elétrons realizem essa transição, bloqueando a condução de corrente elétrica.

Figura 3 - Faixa de Condução.



Fonte: CINTRA JUNIOR; SOUZA (2018).

2.2. Energia Fotovoltaica

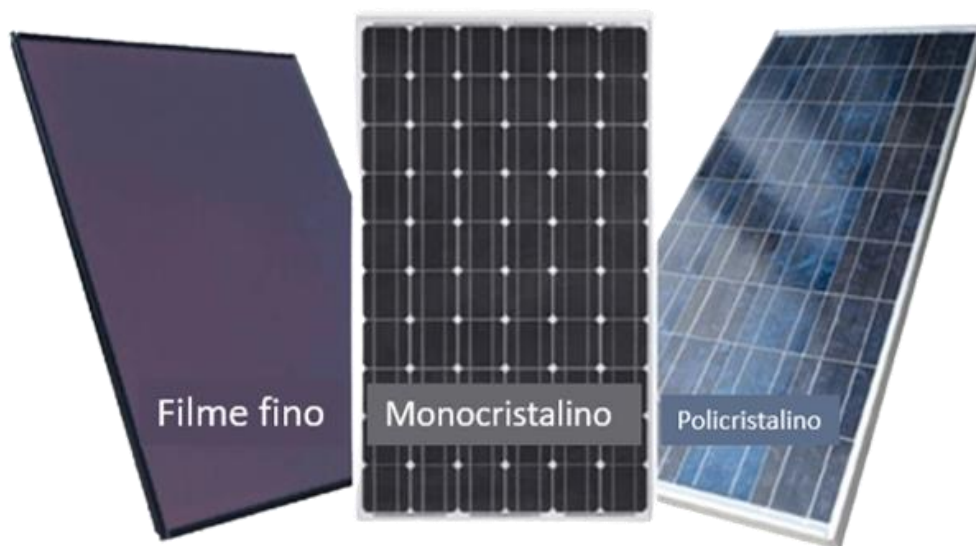
A energia fotovoltaica refere-se à conversão direta da radiação solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico, um fenômeno físico que ocorre em materiais semicondutores. O componente fundamental de um sistema fotovoltaico é a célula solar, geralmente composta de silício cristalino ou filmes finos de materiais semicondutores. Essas células geram corrente elétrica quando expostas à luz solar, permitindo a transformação da energia solar em energia elétrica (eCycle, 2024).

Quando a radiação solar incide sobre a célula, os fótons excitarão os elétrons do material semicondutor, criando um fluxo de corrente elétrica. Esse processo é essencial para a geração de energia limpa e renovável, sendo as células solares um componente chave nos painéis solares utilizados em residências e indústrias (ALDABÓ, 2024).

Além disso, a eficiência das células fotovoltaicas pode variar conforme o tipo de material utilizado e sua configuração. Por exemplo, células feitas de silício monocristalino geralmente apresentam uma eficiência superior em comparação com aquelas feitas de silício policristalino ou filmes finos (VILLALVA, 2020).

A Figura 4 mostra três tipos de módulos fotovoltaicos: filme fino, monocristalino e policristalino. Os módulos de filme fino são leves e flexíveis, mas menos eficientes. Os monocristalinos são altamente eficientes e apresentam uma coloração uniforme, enquanto os policristalinos, com custo menor, oferecem boa relação custo-benefício, apesar de serem ligeiramente menos eficientes

Figura 4 - Módulos fotovoltaicos.

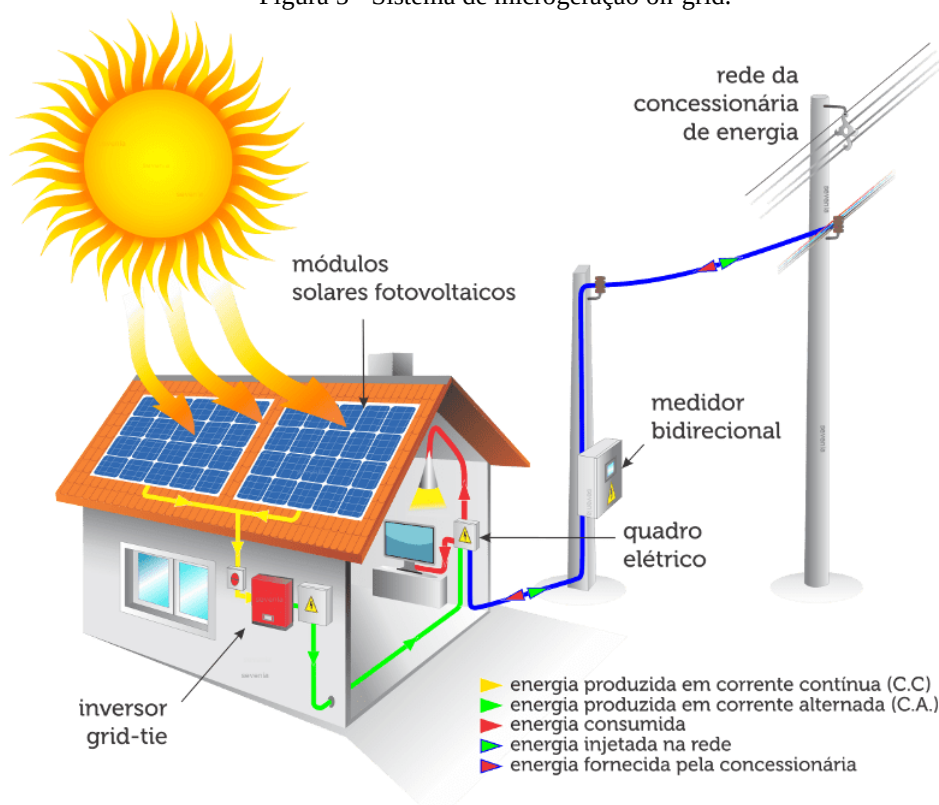


Fonte: OAK Energia (2021).

O funcionamento das células solares baseia-se na criação de pares de elétrons e lacunas (deficiências de elétrons) quando os fótons da luz solar atingem o material semicondutor. Este processo resulta na movimentação dos elétrons, gerando uma corrente elétrica contínua (CC). Para utilização em redes elétricas, essa corrente é convertida em corrente alternada (CA) por meio de inversores (Canal Solar, 2023).

A Figura 5 ilustra um sistema de microgeração conectado à rede elétrica, destacando a eficiência e a sustentabilidade dessa abordagem energética. O sistema é composto por painéis solares fotovoltaicos, que captam a energia solar e a convertem em eletricidade. Essa energia gerada é utilizada para abastecer a residência, e o excedente é injetado na rede elétrica, possibilitando créditos de energia.

Figura 5 - Sistema de microgeração on-grid.



Fonte: GR Fotovoltaica (2024).

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em três categorias principais: sistemas conectados à rede (on-grid), sistemas isolados (off-grid) e sistemas híbridos. Os sistemas conectados à rede permitem que a energia gerada seja utilizada diretamente na residência ou empresa, com o excedente sendo injetado na rede elétrica, possibilitando créditos de energia (ALBA ENERGIA, 2023). Já os sistemas isolados são utilizados em locais sem acesso à rede elétrica, utilizando baterias para armazenamento da energia gerada (NEOSOLAR, 2024). Os sistemas híbridos combinam ambas as abordagens, integrando fontes adicionais de energia, como geradores a diesel (PORTAL SOLAR, 2023).

A Figura 6 apresenta um sistema de microgeração off-grid, que utiliza painéis solares para capturar energia solar e armazená-la em baterias. Este sistema fornece eletricidade de forma autônoma, ideal para áreas remotas e que buscam sustentabilidade, reduzindo a dependência de redes elétricas convencionais.

Figura 6 - Funcionamento de um sistema off-grid.



Fonte: POZZEBON (2023).

A eficiência dos módulos fotovoltaicos é um parâmetro crucial que varia conforme a tecnologia utilizada, com valores típicos entre 15% e 22% para módulos de silício cristalino (Portal Solar, 2023). Fatores como orientação, inclinação dos painéis e sombreamento influenciam significativamente a performance do sistema (Ecorienergia Solar, 2023). A eficiência de um painel solar representa a porcentagem de energia solar convertida em eletricidade por metro quadrado; por exemplo, um painel com eficiência de 16,5% converte essa mesma porcentagem da luz solar captada em energia elétrica (Weg, 2023).

Além de contribuir para a diversificação da matriz energética e redução das emissões de gases de efeito estufa, a energia fotovoltaica possui um potencial significativo para a geração distribuída, promovendo maior autonomia energética e resiliência em comunidades e setores industriais (Revista FUMEC, 2023).

O avanço contínuo das tecnologias fotovoltaicas e a redução dos custos associados têm impulsionado sua adoção globalmente, consolidando-a como uma solução viável e sustentável para o futuro energético. Painéis solares modernos podem alcançar eficiências superiores a 20%, refletindo melhorias significativas na tecnologia e na pesquisa (Amperi, 2023).

3. NORMATIVAS E REGULAMENTAÇÕES

O crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil tem sido impulsionado pela busca por fontes de energia renováveis e sustentáveis, refletindo a necessidade de regulamentações que garantam a segurança, eficiência e qualidade das instalações. Nesse contexto, as normas técnicas brasileiras e as regulamentações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) desempenham um papel crucial na padronização e segurança do setor.

A ABNT NBR 16690:2019 é uma norma essencial que estabelece os requisitos de projeto para instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos. Publicada em 2019, após um extenso processo de elaboração, essa norma visa preencher as lacunas deixadas por normas anteriores, como a ABNT NBR 5410:2004, que abordava instalações elétricas de baixa tensão.

A NBR 16690 abrange aspectos críticos, incluindo o dimensionamento adequado dos sistemas, a proteção contra surtos elétricos e a qualidade dos componentes utilizados. Além disso, sua aplicação se estende tanto a sistemas conectados à rede elétrica quanto a sistemas isolados que incorporam armazenamento de energia.

Complementar à ABNT NBR 16690:2019, a ABNT NBR 16274:2014 estabelece requisitos mínimos para documentação e avaliação de desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Essa norma é essencial para garantir que os sistemas sejam instalados corretamente e que sua performance seja monitorada adequadamente ao longo do tempo.

Outro aspecto importante é a ABNT NBR 5419-1:2015, que trata da proteção contra descargas atmosféricas, um fator crítico para garantir a segurança das instalações fotovoltaicas expostas. As Normas Regulamentadoras (NR) também são fundamentais no contexto da energia solar. A NR 10, que trata da segurança em instalações elétricas, assegura que os trabalhadores envolvidos na instalação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos estejam protegidos contra riscos elétricos. Já a NR 35 regula o trabalho em altura, um aspecto essencial considerando que muitos painéis solares são instalados em telhados ou estruturas elevadas. Além das normas nacionais, o Brasil também adota padrões internacionais, como os da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC).

A recente publicação da ABNT NBR IEC 61215-1:2024, que estabelece requisitos para a qualificação de módulos fotovoltaicos, é um exemplo de como as normas internacionais estão sendo incorporadas ao mercado brasileiro. Essa norma define uma série de ensaios que os módulos devem passar para serem considerados qualificados, garantindo assim sua confiabilidade e segurança.

As regulamentações da ANEEL são igualmente importantes. Elas estabelecem as diretrizes para a conexão dos sistemas fotovoltaicos à rede elétrica e definem as condições para a geração distribuída (GD). Isso inclui aspectos como tarifas e incentivos financeiros, fundamentais para estimular o investimento em energia solar.

A Lei 14.300, sancionada em janeiro de 2022, estabelece um novo marco regulatório para a micro e minigeração de energia solar no Brasil. Essa legislação visa promover a geração distribuída, permitindo que consumidores gerem sua própria eletricidade a partir de fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica. Entre as principais mudanças, destaca-se a introdução de tarifas para o uso das redes de distribuição, conhecidas como "Fio B", também conhecido como fio de retorno, é uma tarifa que compõe a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e se refere aos custos associados à utilização da infraestrutura da concessionária para a distribuição de energia elétrica, que passam a ser aplicadas aos micros e minigeradores que injetam excedentes de energia na rede elétrica.

A lei também define critérios claros para a diferenciação entre microgeradores até 75 kW e minigeradores de 75 kW até 5 MW, além de estabelecer um período de transição para a implementação das novas regras. Com essas alterações, a Lei 14.300 busca garantir maior segurança jurídica e incentivar o investimento em energias renováveis no país, ao mesmo tempo em que assegura uma compensação justa pelo uso da infraestrutura elétrica existente.

A distribuidora Equatorial Energia segue as regulamentações nacionais definidas pela ANEEL, além de aplicar normas internas específicas que complementam os requisitos de conexão e operação da Minigeração Distribuída (MGD) em sua área de concessão. Para sistemas com capacidade instalada superior a 10 kW, há uma série de normas técnicas que regem o processo de conexão à rede, conforme estipulado nas Resoluções Normativas da ANEEL, especialmente a Resolução Normativa (REN) nº 482/2012 e suas alterações, como a REN nº 687/2015.

O Gráfico 1 ilustra a evolução da potência instalada de energia fotovoltaica no Brasil, desde o início da regulamentação com a REN nº 482/2012 ANEEL, que estabeleceu o primeiro marco regulatório para a micro e minigeração distribuída no país. Observa-se que, a partir de 2015, houve um crescimento significativo na potência instalada, impulsionado pela REN nº 687/2015, que aprimorou as condições para o desenvolvimento do setor, permitindo, por exemplo, maior adesão de consumidores ao sistema de compensação de energia. O gráfico apresenta dados até o ano de 2018, destacando o impacto das normativas da ANEEL na expansão do uso de energia fotovoltaica no país.

Gráfico 1 – Evolução da Energia Solar.



Fonte: UFG (2019).

Inicialmente, o processo de conexão de um sistema de MGD à rede da Equatorial Energia começa com a solicitação de acesso. O consumidor deve apresentar um pedido formal, acompanhado dos projetos elétricos detalhados e da documentação técnica exigida pela distribuidora. O procedimento de análise inclui a verificação da capacidade técnica da rede para absorver a energia gerada, respeitando as diretrizes estabelecidas pela ANEEL e as Normas Brasileiras de Distribuição NBR 14039, entre outras normas técnicas internas da Equatorial.

Após a aprovação do projeto, a distribuidora segue os prazos regulamentados para realizar a conexão, conforme estabelecido na REN nº 482/2012, que define diferentes prazos de acordo com a complexidade da instalação e o impacto causado à rede de distribuição. O sistema de medição utilizado para minigeradores acima de 10 kW deve incluir um medidor bidirecional (conforme disposto na REN nº 687/2015, art. 7º), que monitora tanto a energia consumida pela unidade quanto a energia injetada na rede. Essa medição é fundamental para o mecanismo de compensação de energia (descrito na REN nº 482/2012, art. 9º), pelo qual a energia excedente gerada pelo sistema é convertida em créditos que podem ser abatidos do consumo futuro do próprio consumidor.

No que tange às adequações técnicas e de segurança, a Equatorial exige que os sistemas de geração distribuída sejam instalados de acordo com rigorosos critérios técnicos. Entre os requisitos estão a implementação de dispositivos de proteção contra surtos elétricos, mecanismos de desconexão automática em caso de falha na rede e outras proteções que assegurem tanto a integridade dos equipamentos quanto a segurança dos técnicos da distribuidora e do consumidor final. Esses procedimentos seguem as normas técnicas brasileiras,

como a NBR 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão) e a NBR 14039 (Instalações Elétricas de Alta Tensão).

Adicionalmente, os sistemas de geração distribuída com capacidade superior a 10 kW podem ser sujeitos a vistorias periódicas, conforme os regulamentos da distribuidora, para garantir a conformidade contínua com as normas técnicas vigentes. A Equatorial Energia pode solicitar manutenções preventivas ou corretivas, conforme necessário, para manter o desempenho e a segurança do sistema.

Essas normas e regulamentações visam garantir a segurança operacional, a eficiência energética e a integração adequada da geração distribuída à rede elétrica, promovendo o uso de fontes de energia renováveis, como a solar fotovoltaica. O sistema de compensação de créditos e as condições de acesso e operação seguem estritamente as disposições das resoluções da ANEEL e as orientações internas da Equatorial Energia, garantindo a sustentabilidade técnica e econômica dos sistemas de minigeração.

4. RELATÓRIO DE ESTÁGIO

4.1. Apresentação

Nome do estagiário: Maria Alinne Sousa Queiroz

Matrícula da UFPA: 201733940015

Empresa onde foi realizado o estágio: Sol & CIA - energia solar

Orientador/Supervisor do estágio: Terlys de Araújo Silva

Período do estágio: 15/04/2024 à 31/05/2024

Carga horária semanal: 30 horas

Carga horária total: 210 horas

4.2. Objetivos

Este relatório de estágio supervisionado tem por objetivo descrever as principais atividades realizadas pela estagiária Maria Alinne Sousa Queiroz durante seu período na empresa MT Dias & Silva Empreendimentos LTDA (Sol&Cia - Energia Solar). O estágio foi realizado a parti do dia 15 de abril de 2024 e teve finalização no dia 31 de maio de 2024 no escritório da empresa, no setor de pós-vendas de sistemas fotovoltaicos. As responsabilidades incluíam auxiliar nas atividades de homologação de sistemas fotovoltaicos junto à concessionária Equatorial Energia-Pará e monitorar a geração de energia solar nos sistemas já instalados.

4.3. Apresentação da Empresa

A empresa MT Dias & Silva empreendimentos LTDA, se apresenta pelo nome fantasia Sol & Cia - Energia Solar, e fica localizada na rua Amazonas, nº 101, bairro Pimental na cidade de Tucuruí - Pará, e foi criada no ano de 2021 pelos sócios administradores Manoel de Jesus Araújo da Silva e Terlys de Araújo Silva.

A Figura 7 exibe a logomarca da empresa SOL&CIA, onde foi realizado o estágio.

Figura 7 - Logo-marca da empresa.



Fonte: SOLECIA (2024).

Desde o início, a Sol&CIA enfrentou muitos desafios. Com recursos limitados e um mercado competitivo, cada novo projeto era uma conquista. A primeira instalação foi um marco importante: um sistema de energia solar de 5 KW para uma residência na cidade. Esse projeto não apenas comprovou a viabilidade do negócio, mas também trouxe os primeiros sinais de reconhecimento e recomendação boca a boca.

A filosofia da empresa sempre foi focada em qualidade e atendimento personalizado. Cada cliente era tratado como parte da família, com um serviço que ia além da simples instalação de painéis solares. Manoel e Terlys faziam questão de acompanhar cada etapa do processo, desde a análise inicial até a manutenção pós-instalação, garantindo que os sistemas funcionassem perfeitamente e que os clientes estivessem plenamente satisfeitos.

Com o passar dos meses, a reputação da Sol&CIA cresceu. Em 2022, a empresa já havia instalado 30 sistemas de energia solar, conquistando a confiança e a lealdade de uma base crescente de clientes. Cada instalação era uma nova história de sucesso, com famílias e pequenas empresas reduzindo suas contas de energia e contribuindo para um futuro mais sustentável.

A Figura 8 mostra a fachada do escritório da empresa SOL&CIA - Energia Solar, onde foi realizado o estágio.

Figura 8 - Fachada da empresa.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Agora, em 2024, a Sol&CIA celebra a marca de 90 sistemas instalados. Apesar de ser uma empresa pequena, seu impacto é significativo. Além das instalações concluídas, a Sol&CIA tem vários projetos em andamento, evidenciando a demanda crescente por suas soluções de energia solar.

Para o futuro, a Sol&CIA tem planos ambiciosos. Pretendem expandir suas operações para novas regiões e desenvolver programas educativos para conscientizar mais pessoas sobre os benefícios da energia solar. Manoel e Terlys acreditam firmemente que, mesmo sendo uma empresa pequena, podem causar um grande impacto positivo no mundo.

4.4. Atividades Realizadas (MT Dias & Silva empreendimentos LTDA):

No dia 14 de abril de 2024, iniciei minhas atividades de estágio na empresa Sol&CIA Energia Solar, sob a supervisão do engenheiro Terlys Silva. Primeiramente, fui apresentada à empresa e passei por um treinamento, no qual tive acesso a documentações finalizadas. Esse treinamento me proporcionou uma maior interação e conhecimento sobre o setor no qual eu ficaria responsável por auxiliar, que foi o processo de homologação de sistemas fotovoltaicos junto à concessionária Equatorial Energia-Pará.

A homologação de sistemas fotovoltaicos na Equatorial Energia-Pará é um processo essencial para garantir a conformidade e segurança dos sistemas de geração de energia solar conectados à rede elétrica da distribuidora. Este processo envolve diversas etapas e requisitos, visando assegurar que os sistemas fotovoltaicos atendam aos padrões técnicos e regulatórios estabelecidos.

Uma das minhas primeiras tarefas foi elaboração de listas de rateio, que é um documento ou planilha usada em sistemas fotovoltaicos para distribuir os benefícios da energia solar gerada entre os participantes de um sistema compartilhado. Esse tipo de sistema é comum em condomínios residenciais, prédios comerciais ou cooperativas de energia solar, onde várias partes compartilham um único sistema fotovoltaico. A lista de rateio ajuda a determinar quanto cada participante deve receber de benefícios, como a redução na conta de energia elétrica.

Para elaborar a lista de rateio de maneira correta, é necessário dimensionar o sistema adequadamente para garantir que as porcentagens sejam distribuídas entre as unidades consumidoras, para atender ao máximo as unidades participantes. Isso envolve analisar os documentos para determinar a geração de energia do proprietário do sistema, calcular o excedente e definir como será feita a distribuição entre as unidades consumidoras.

Após acompanhar o processo de homologação de um sistema juntamente com o técnico responsável, passei a ajudar na elaboração de documentos para os próximos sistemas. Em geral, a homologação de sistemas fotovoltaicos na Equatorial Energia-Pará segue os seguintes passos: solicitação e documentação, análise técnica, vistoria, homologação e finalmente a conexão à rede.

Passei a realizar o preenchimento dos documentos para sistemas abaixo e acima de 10 kW, que envolvem várias etapas. Destaca-se que neste relatório será apresentado o projeto de um sistema fotovoltaico acima de 10 kW.

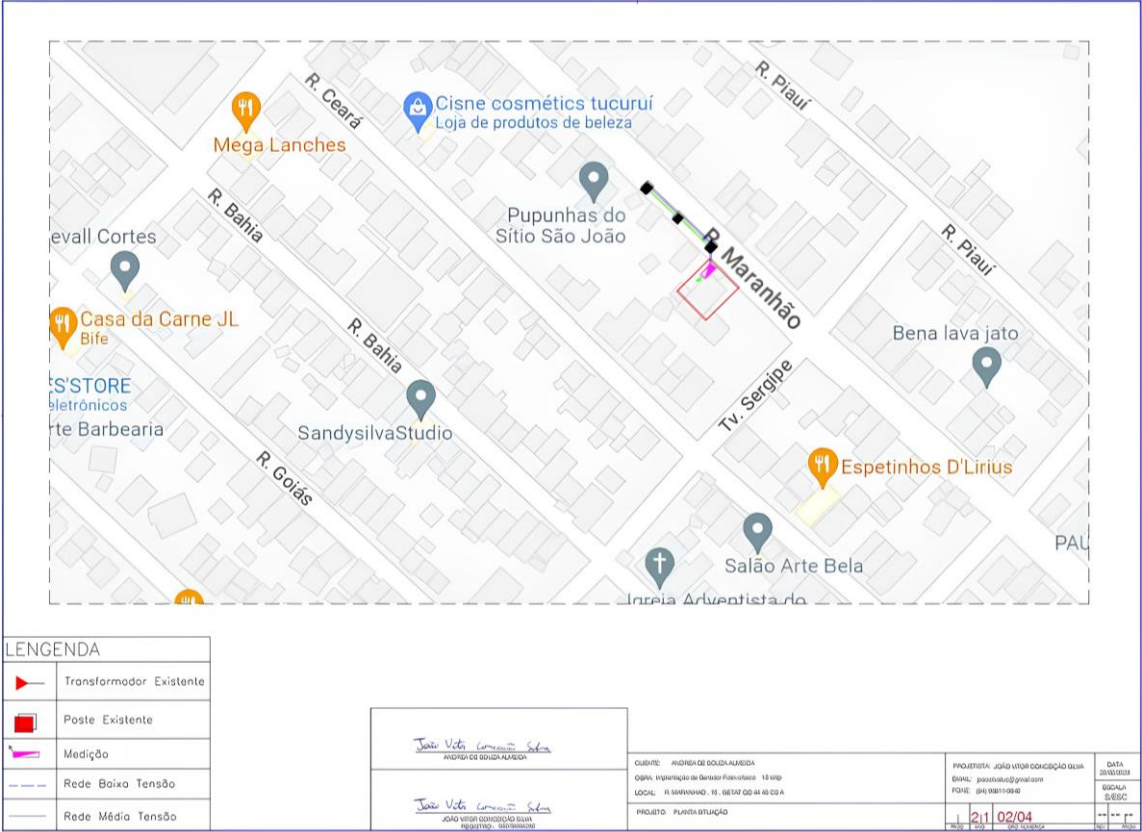
Primeiramente, há o parecer de acesso, que é composto pelos seguintes itens:

4.4.1 Projeto Elétrico

Um projeto elétrico fotovoltaico é a elaboração e implementação de um sistema de geração de energia elétrica a partir da luz solar. Ele consiste na instalação de painéis solares, que captam a radiação solar e a convertem em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico. O projeto envolve etapas como a análise da demanda de energia, o dimensionamento dos equipamentos (painéis, inversores, cabos), e a conexão do sistema à rede elétrica ou ao uso isolado.

A Figura 9 ilustra a localização da residência onde será implementado o projeto de geração de energia fotovoltaica com capacidade superior a 10 kW. A residência, destacada no mapa, está situada em uma área com condições adequadas para a instalação de painéis solares, como a disponibilidade de espaço no telhado e a exposição direta à luz solar durante a maior parte do dia.

Figura 9 - Localização da residência.

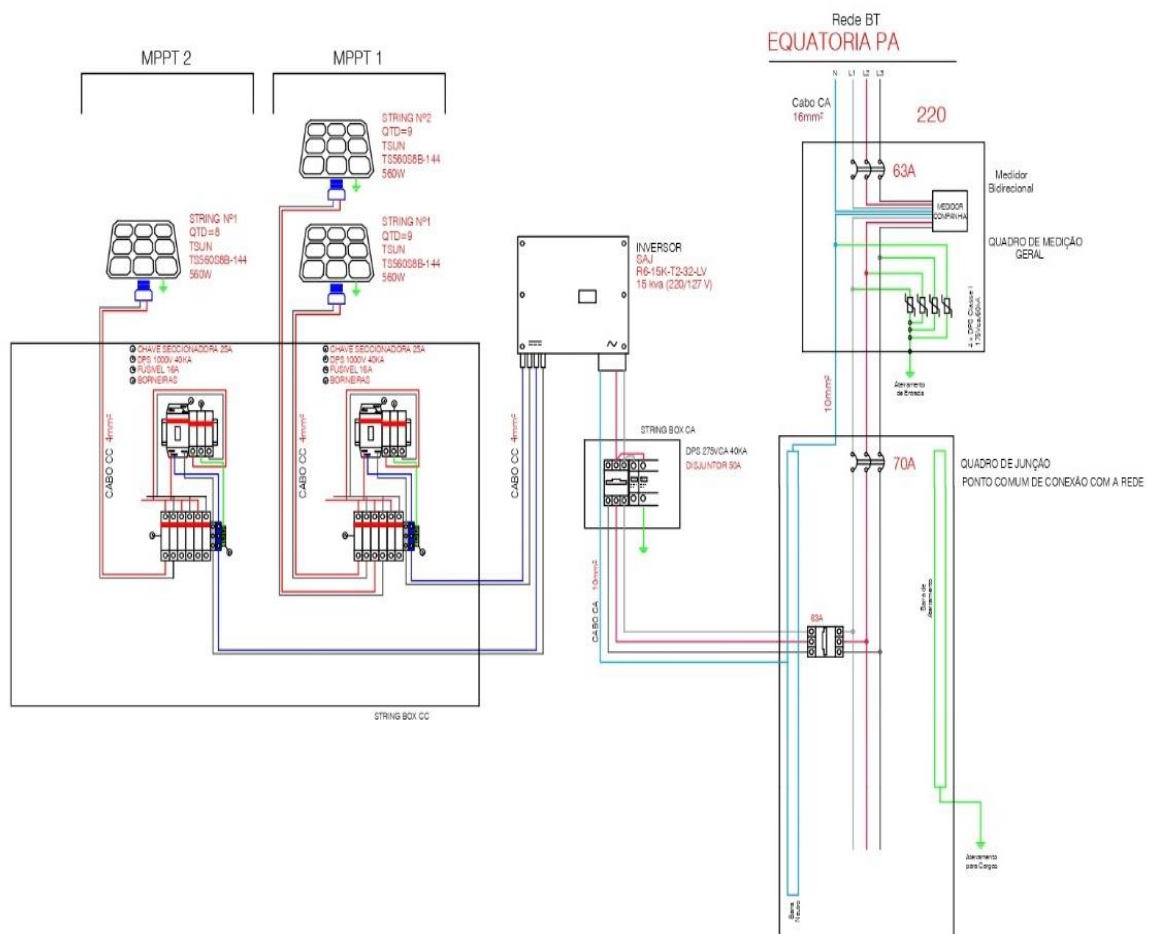


4.4.2 Diagrama Multifilar

Um diagrama multifilar é uma representação gráfica detalhada de um sistema elétrico, onde cada condutor ou fio é desenhado individualmente, mostrando todas as interconexões entre os componentes. Ele é usado para ilustrar de forma clara o caminho de corrente e as conexões entre equipamentos, como painéis solares, inversores, disjuntores e quadros de distribuição, em sistemas fotovoltaicos ou elétricos em geral.

A Figura 10 ilustra um diagrama multifilar de um sistema fotovoltaico com potência superior a 10 kW.

Figura 10 - Diagrama multifilar.



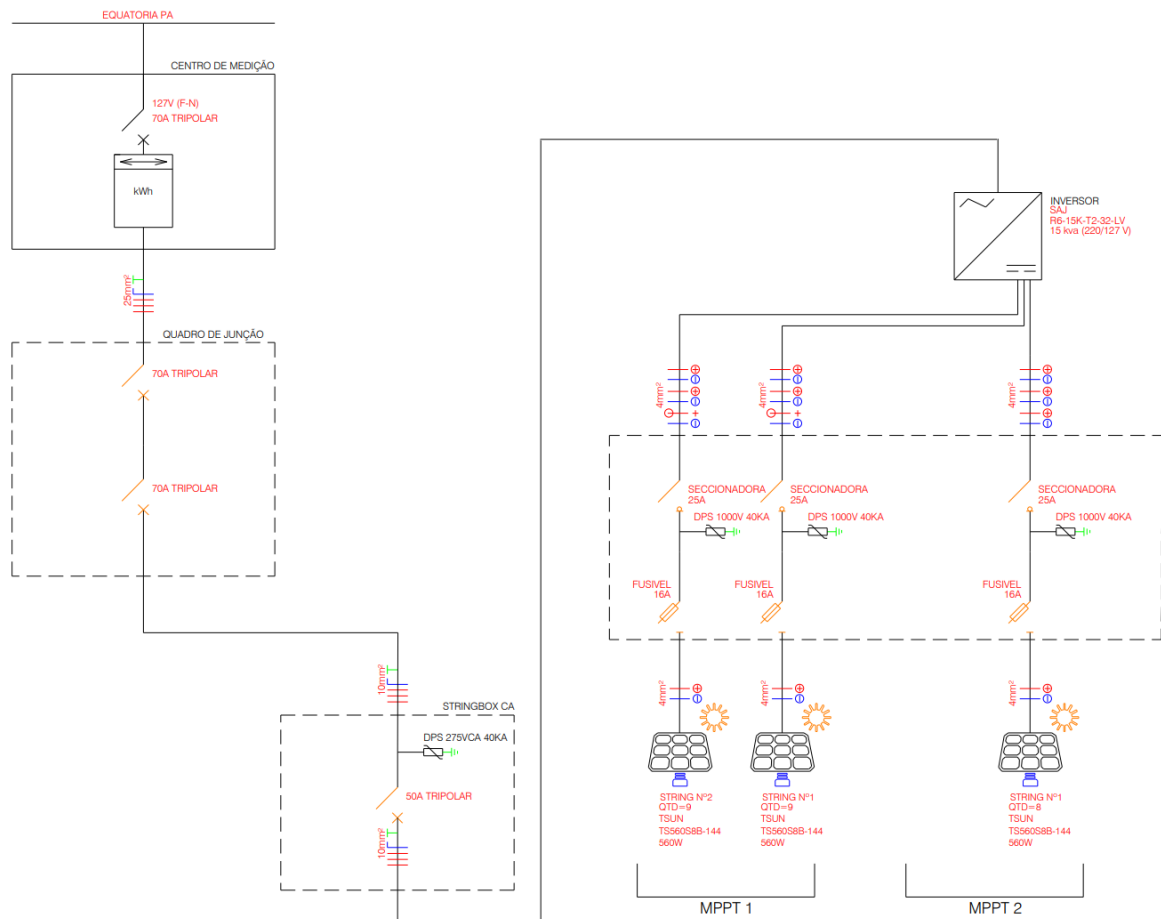
Fonte: SOL&CIA (2023b).

4.4.3 Diagrama Unifilar

O diagrama unifilar de minigeração distribuída fotovoltaica é uma representação simplificada e técnica de um sistema de geração de energia solar. Ele ilustra, em uma única linha, os principais componentes do sistema, como os painéis solares, o inversor, a estrutura de proteção e as conexões com a rede elétrica. Esse diagrama facilita o entendimento do fluxo de energia, desde a captação da radiação solar até a distribuição da energia gerada, além de garantir a visualização das proteções e do dimensionamento adequado para a integração do sistema fotovoltaico.

A Figura 11 apresenta um diagrama unifilar de um sistema fotovoltaico, que oferece uma visão simplificada das interconexões elétricas entre os componentes principais.

Figura 11 - Diagrama unifilar.



Fonte: SOL&CIA (2023b).

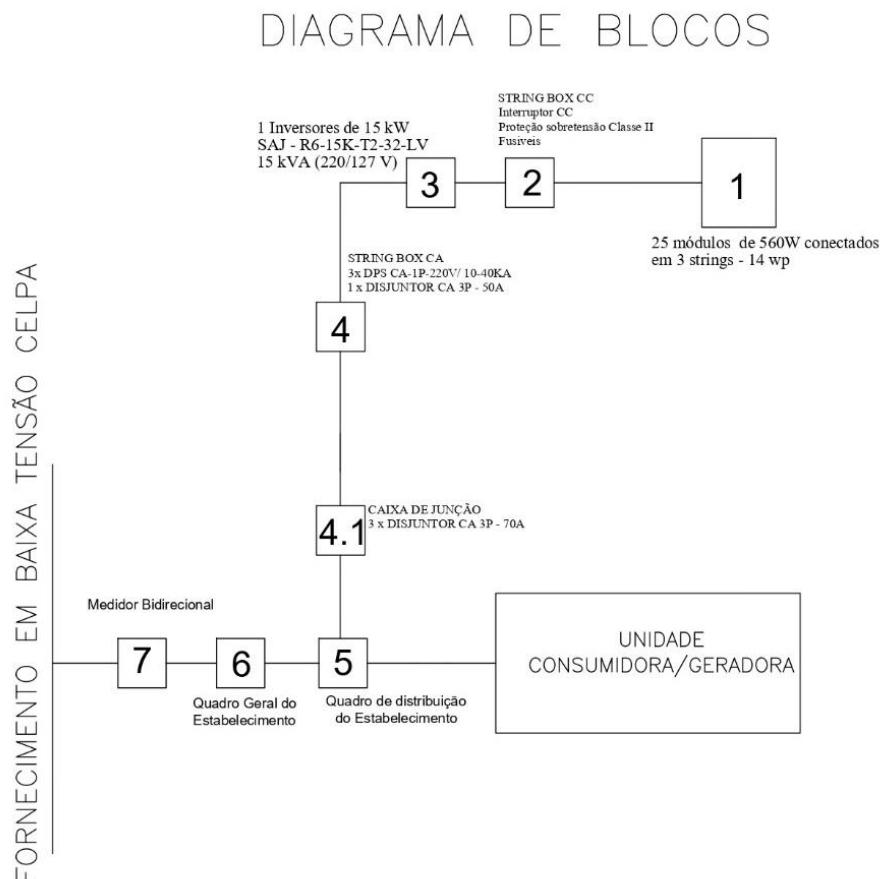
4.4.4 Diagrama de Blocos

Um diagrama de blocos em um sistema fotovoltaico é uma representação simplificada que ilustra os principais componentes do sistema e suas interconexões de forma visual e didática.

Essa representação visual permite uma compreensão rápida da inter-relação entre os elementos do sistema, facilitando a análise de seu funcionamento. O diagrama de blocos é uma ferramenta essencial para projetistas e engenheiros, pois ajuda a identificar a sequência de conversão de energia solar em eletricidade utilizável, contribuindo para a eficiência e otimização do sistema fotovoltaico.

A Figura 12 apresenta um diagrama de blocos de um sistema fotovoltaico, que ilustra de forma simplificada as principais partes e o fluxo de energia do sistema. Neste diagrama, os blocos representam os componentes-chave, como os painéis solares, inversores, controlador de carga e a conexão à rede elétrica.

Figura 12 - Diagrama de blocos.



Fonte: SOL&CIA (2023b).

4.4.5 Memorial Técnico Descritivo

Um memorial técnico descritivo é um documento que detalha de forma clara e objetiva as especificações, características e metodologia de um projeto ou obra. Ele serve para registrar as informações técnicas essenciais, como materiais utilizados, procedimentos de execução, normas aplicáveis e cronograma de atividades. Esse documento é fundamental para garantir a correta interpretação do projeto, permitindo o acompanhamento adequado e a execução conforme os critérios definidos.

No memorial, também encontramos o dimensionamento do gerador e do inversor. Na Tabela 1, são apresentadas as especificações do gerador utilizado, que é fabricado pela TSUN, no modelo TS560S8B-144. Este gerador é composto por 25 módulos.

Tabela 1 - Dimensionamento do gerador.

Fabricante	TSUN
Modelo	TS560S8B-144
Potência nominal – Pn [W]	560
Tensão de circuito aberto – Voc [V]	50,1
Corrente de curto-circuito – Isc [A]	13,98
Tensão de máxima potência – Vpmp [V]	42,30
Corrente de máxima potência – Ipmp [A]	13,25
Eficiência [%]	21,7
Comprimento [m]	2,278
Largura [m]	1,134
Área [m ²]	2,58 m ²
Peso [kg]	27,5
Quantidade	42
Potência do gerador [kW]	560

Fonte: SOL&CIA (2023a).

E utilizamos um inversor da fabricante SAJ do modelo R6-15K-T2-32-LV. Na Tabela 2 é apresentado as especificações do inversor.

Tabela 2 - Dimensionamento do inversor.

Fabricante	SAJ
Modelo	R6-15K-T2-32-LV
Quantidade	1
Entrada	
Potência nominal – Pn [kW]	24 kW
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	24 kW
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	1100
Máxima corrente CC – Icc-máx [V]	32
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	1000
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	180
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	180
Quantidade de Strings	2
Quantidade de entradas MPPT	2
Saída	
Potência nominal CA – Pca [kW]	15 kW
Máxima potência na saída CA – Pca-máx [kW]	15 kW
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	39,4 A
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	220
Frequência nominal – Fn [Hz]	60
Máxima tensão CA – Vca-máx [V]	280
Mínima tensão CA – Vca-min [V]	180
THD de corrente [%]	3
Fator de potência	0.8
Tipo de conexão – número de fases + neutro + terra	F+F+F+T
Eficiência máxima [%]	98,8 %

Fonte: SOL&CIA (2023a).

4.4.6 Formulário de Solicitação de Acesso da Equatorial Energia

O Formulário de Solicitação de Acesso da Equatorial Energia (Anexo A) é um documento utilizado para formalizar pedidos de conexão de unidades consumidoras à rede elétrica da distribuidora. Esse formulário é essencial para quem deseja solicitar o acesso à energia elétrica, seja para novas ligações, aumento de carga ou alterações no fornecimento existente. Ele contém informações sobre a unidade consumidora, o tipo de solicitação, dados técnicos e documentos necessários para análise e execução do serviço.

- ✓ Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) (Anexo B);
- ✓ Certificado de conformidade dos inversores (Anexo C);
- ✓ Lista de contas e contratos participantes, ou seja, a lista de rateio;

Após esse primeiro passo, as documentações são encaminhadas para a Equatorial Energia-Pará através do seu site. No prazo máximo de 15 dias, a Equatorial realiza a análise técnica dos documentos enviados para verificar se estão em conformidade com as normas e padrões vigentes. Com a aprovação dessa etapa pela concessionária, passamos para a segunda fase, que é a vistoria.

Nessa etapa, participei da preparação dos documentos, que consistem em:

4.4.7 Fotos dos Painéis Solares Instalados

Na imagem 13, observamos os módulos fotovoltaicos instalados na residência do proprietário, que são componentes essenciais de um sistema de energia solar. Esses módulos são projetados para captar a luz solar e convertê-la em eletricidade. Dispostos de forma estratégica sobre o telhado, eles maximizam a exposição à luz solar, garantindo eficiência na geração de energia.

Figura 13 - Módulos fotovoltaicos instalados.



Fonte: autoria própria (2024).

4.4.8 Fotos do Padrão de Entrada

O padrão de entrada é o conjunto de dispositivos e instalações elétricas responsáveis pela ligação de uma unidade consumidora à rede de distribuição de energia.

O ponto de entrada foi projetado para facilitar a manutenção e o monitoramento do sistema, permitindo que os usuários acompanhem a geração de energia e identifiquem rapidamente quaisquer problemas que possam surgir. A presença de sinalizações adequadas também é um aspecto importante, pois contribui para a segurança de todos os que interagem com o sistema.

A Figura 14 apresenta a foto do padrão de entrada da residência que possui um sistema fotovoltaico com capacidade superior a 10 kW. Este padrão de entrada é fundamental para garantir a segurança e a eficiência do fornecimento de energia gerada pelo sistema solar.

Figura 14 - Padrão de entrada.



Fonte: autoria própria (2024).

4.4.9 Fotos do Inversor e das Strings Box

O inversor em um sistema fotovoltaico tem a função de converter a energia gerada pelos painéis solares, que é em corrente contínua (CC), em corrente alternada (CA), que é utilizada pela rede elétrica. Eles são essenciais para garantir que a energia gerada possa ser utilizada pelos aparelhos elétricos e injetada na rede. As strings box, por sua vez, são dispositivos que reúnem as conexões elétricas de diferentes conjuntos de painéis solares (strings) e oferecem

proteção ao sistema, como fusíveis e dispositivos de seccionamento, garantindo segurança e facilidade de manutenção.

A Figura 15 apresenta uma imagem detalhada do inversor e das strings box utilizados no sistema de energia solar, elementos que são fundamentais para a eficiência e a manutenção desse sistema.

Figura 15 - Inversor e strings box.



Fonte: autoria própria (2024).

4.4.10 Formulário de Vistoria da Equatorial Energia

O formulário de vistoria de um sistema fotovoltaico (Anexo D), fornecido pela concessionária, é um documento utilizado para avaliar a instalação e a conformidade do sistema com as normas técnicas e de segurança exigidas. Ele inclui a verificação de componentes como painéis solares, inversores, cabeamento e sistema de aterramento, além de garantir que a instalação esteja em conformidade com as exigências legais e regulamentares para conexão à rede elétrica. A vistoria é um passo fundamental para a aprovação e ativação do sistema de energia solar pela concessionária.

- ✓ Relacionamento operacional geração distribuída (um contrato que deixa claro as deveres e direitos do cliente e da concessionária);
- ✓ Relatório técnico de comissionamento, que detalha as conformidades dos painéis solares, inversores, cabeamentos e outros elementos do sistema fotovoltaico, incluindo um ensaio em corrente alternada e corrente contínua para verificar se o sistema está em conformidade para seu funcionamento.

Após aprovação da vistoria a Equatorial Energia emite a homologação, autorizando sua conexão à rede elétrica da distribuidora. E com a homologação em mãos do sistema fotovoltaico

podemos solicitar a conexão à rede elétrica da distribuidora, que realizará os procedimentos necessários para permitir a geração de energia solar.

Minha função também incluía o acompanhamento diário através de um software de monitoramento dos sistemas já instalados, garantindo assim a supervisão da geração de energia e sua eficiência para assegurar o funcionamento adequado de uma instalação fotovoltaica.

Um sistema de monitoramento de geração de energia solar é crucial para qualquer instalação que busca aproveitar ao máximo os benefícios da energia solar. Com a tecnologia adequada, é possível garantir um funcionamento eficiente, sustentável e econômico.

5. CONCLUSÃO

A experiência adquirida como estagiária no processo de homologação de sistemas fotovoltaicos com potência superior a 10 kW foi não apenas enriquecedora, mas também transformadora. Durante meu estágio, tive a oportunidade de me aprofundar na validação e certificação dos sistemas, assegurando que cada instalação estivesse em conformidade com os padrões e regulamentos estabelecidos. O monitoramento da geração de energia me permitiu não apenas acompanhar a produção diária e identificar falhas, mas também desenvolver estratégias proativas para maximizar a eficiência operacional. Essa vivência desafiou-me a aplicar o conhecimento técnico adquirido na faculdade e me proporcionou uma compreensão prática da relevância da sustentabilidade e da energia renovável.

Estou orgulhosa de ter contribuído diretamente para a implementação bem-sucedida de sistemas que não apenas fornecem energia limpa, mas também promovem um futuro mais sustentável. Essa experiência foi fundamental para meu desenvolvimento profissional e pessoal, consolidando meu interesse e comprometimento com a inovação tecnológica.

Sugestões para Trabalhos Futuros:

Pesquisa sobre Inovações em Tecnologias Fotovoltaicas: Investigar novas tecnologias que possam aumentar a eficiência dos sistemas fotovoltaicos, como painéis solares bifaciais ou sistemas de rastreamento solar.

Desenvolvimento de Protocolos de Manutenção: Criar protocolos padronizados para a manutenção preventiva e corretiva de sistemas fotovoltaicos, visando aumentar sua durabilidade e eficiência ao longo do tempo.

Análise Econômica: Conduzir uma análise econômica sobre o retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos, considerando diferentes cenários de consumo e tarifas de energia.

Essas direções podem contribuir significativamente para o avanço do setor de energia solar, promovendo práticas mais eficientes e sustentáveis.

6. REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 1.059, de 28 de dezembro de 2022**. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/> . Acesso em: 9 out. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. **Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 abr. 2012. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 9 out. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. **Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e estabelece novas condições para a micro e minigeração distribuída no Brasil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 nov. 2015. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 9 out. 2024.

ALBA ENERGIA. **Como o sistema fotovoltaico é ligado à rede?** Alba Energia Solar, 22 nov. 2023. Disponível em: <https://albaenergia.com.br/como-o-sistema-fotovoltaico-e-ligado-a-rede/>. Acesso em: 07 out. 2024.

ALDABÓ, A. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod_resource/content/1/solar.pdf. Acesso em: 7 out. 2024.

AMPERI. **Avanços nas tecnologias fotovoltaicas e suas eficiências**. 2023. Disponível em: <https://www.amperi.com.br/avancos-tecnologias-fotovoltaicas>. Acesso em: 07 out. 2024.

ASSIS, M. A.; COSTA, A. M.; NOGUEIRA, R. A. **Análise de viabilidade econômica para a instalação de sistemas fotovoltaicos**. Energias Renováveis: Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 3, p. 200-210, 2021. DOI: 10.1016/j.rert.2021.100152.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14039: **Instalações elétricas de alta tensão**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: **Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16690:2019 – **Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisitos de projeto**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16274:2014 – **Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características mínimas da documentação, requisitos de instalação e avaliação de desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica (SFVCR)**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419-1:2015 – **Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 1: Princípios gerais**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR IEC 61215-1:2024 – **Módulos fotovoltaicos (FV) – Qualificação de módulos fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2024.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. **Dispõe sobre a microgeração e minigeração distribuída de energia elétrica e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jan. 2022.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 10 (NR 10) – **Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/nr-10>. Acesso em: 1 out. 2024.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 35 (NR 35) – **Trabalho em altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/nr-35>. Acesso em: 1 out. 2024.

CANAL SOLAR. **ABNT publica norma de qualidade para módulos fotovoltaicos.** 2024. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/abnt-publica-norma-qualidade-modulos-fotovoltaicos/>. Acesso em: 07 out. 2024.

CAVALCANTI, J. C.; RODRIGUES, J. A. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos: uma análise de retorno sobre investimento.** Revista de Administração e Inovação, v. 16, n. 2, p. 123-140, 2019. DOI: 10.1016/j.rai.2018.10.004.

CINTRA JÚNIOR, A.; SOUZA, I. M.; **Células fotovoltaicas: O futuro da energia alternativa.** TCC, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG, Goianésia, GO, 2018.

COGERA. **A trajetória da energia solar no mundo.** Disponível em: <https://www.cogera.com.br/energia-solar-historia>. Acesso em: 25 set. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA. **Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015 – Dispõe sobre a isenção do ICMS para a microgeração e minigeração distribuída.** Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br>. Acesso em: 1 out. 2024.

COSTA, Luís. **Tecnologias Renováveis: O Futuro da Energia.** Brasília: Editora Sustentável, 2021.

ECORIENEGIA SOLAR. **Fatores que influenciam a performance dos sistemas fotovoltaicos.** 2023. Disponível em: <https://www.ecorienergia.com.br/fatores-performance-sistemas-fotovoltaicos>. Acesso em: 07 out. 2024

eCYCLE. **O que é célula fotovoltaica e como ela funciona?** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/celula-fotovoltaica>. Acesso em: 7 out. 2024.

EINSTEIN, Albert. **O mundo como eu vejo.** New York: Philosophical Library, 1934.

EQUATORIAL ENERGIA. **Normas internas e diretrizes técnicas de conexão de minigeração distribuída.** Disponível em: <https://www.equatorialenergia.com.br>. Acesso em: 9 out. 2024.

EQUATORIAL ENERGIA. **NT.00020.EQTL**: Conexão de microgeração distribuída ao sistema de distribuição. 4.ed, 2023. 86 p.

FELIPE, M. C.; SANTOS, R. M.; LUCAS, M. F. **Análise do retorno sobre investimento de sistemas fotovoltaicos**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 7, n. 1, p. 45-56, 2020. DOI: 10.21648/rebrer.v7i1.1501.

FERREIRA, Pedro; MENDES, Rafael; LIMA, Fernanda. **Sistemas Fotovoltaicos em Residências: Uma Análise Prática**. Belo Horizonte: Editora Solartech, 2020.

FIGUEIREDO, J. M. (2018). **Semicondutores e dispositivos**. Departamento de Física da Universidade de Lisboa. Disponível em: https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~jmfigueiredo/aulas/TFA_Semicondutores_e_dispositivos.pdf. Acesso em: 07 out. 2024.

GREENPEACE. **Energia Sola Fotovoltaica no Brasil e suas Perspectivas**. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil>. Acesso em: 23 set. 2024.

GR Fotovoltaica. **Dúvidas sobre energia fotovoltaica**. Disponível em: <https://grfotovoltaica.com.br/duvidas>. Acesso em: 09 out. 2024.

G1. **Energia solar no Brasil: uma realidade que não para de crescer**. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/top-sun/top-sun-energia-solar/noticia/2023/05/03/energia-solar-no-brasil-uma-realidade-que-nao-para-de-crescer.ghtml>. Acesso em: 07 out. 2024.

IRENA. **Renewable Capacity Statistics**. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/Renewable-capacity-statistics-2023>. Acesso em: 07 out. 2024.

LOVINS, Amory B. **Vencendo o fim do petróleo: inovações para lucros, empregos e segurança**. Snowmass: Rocky Mountain Institute, 2005.

MARQUES, J. G. **A caracterização óptica de materiais semicondutores**. Universidade de Aveiro, 2015.

MARTINS, Eduardo. **Fontes Renováveis: Desafios e Oportunidades**. Fortaleza: Editora Energias Renováveis, 2018.

MENDES, Rafael; COSTA, Luís; ALMEIDA, João. **Energia Solar na Indústria: Reduzindo Custos Energéticos**. Porto Alegre: Editora Indústria Verde, 2019.

NEOSOLAR. **Evolução da energia solar fotovoltaica**. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/evolucao-energia-solar-fotovoltaica>. Acesso em: 25 set. 2024.

NEOSOLAR. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**. Neosolar, 2024. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em: 07 out. 2024.

OAK ENERGIA. **Sistema fotovoltaico: guia completo sobre energia solar**. Disponível em: <https://oakenergia.com.br/sistema-fotovoltaico-guia-completo-energia-solar/>. Acesso em: 01 out. 2024.

PEREIRA et al. **Desenvolvimento Sustentável na Geração Energética**. São Paulo: Editora Ecologia Aplicada, 2006.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Cepel, 2014.

PORTAL SOLAR. **A história da energia solar**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/historia-da-energia-solar>. Acesso em: 25 set. 2024.

PORTAL SOLAR. **A importância da homologação dos sistemas fotovoltaicos**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/>. Acesso em: 23 set. 2024.

PORTAL SOLAR. **Eficiência dos módulos fotovoltaicos**. 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/eficiencia-modulos-fotovoltaicos>. Acesso em: 07 out. 2024

PORTAL SOLAR. **Sistema de energia solar on-grid (conectado à rede)**. Portal Solar, 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/sistema-solar-conectado-a-rede-on-grid>. Acesso em: 07 out. 2024.

POZZEBON, Lucas da Silva. **Estudo e viabilidade de implantação de uma usina fotovoltaica de 75kW no Paraná**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Orientadora: Profa. Dra. Luciana Paro Scarin Freitas) – Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, PR. Disponível em: <https://revistافت.com.br/estudo-e-viabilidade-de-implantacao-de-uma-usina-fotovoltaica-de-75kw-no-parana/> . Acesso em: 09 out. 2024.

REVISTA FUMEC. **Geração distribuída e autonomia energética: o papel da energia fotovoltaica**. 2023. Disponível em: <https://www.revistافت.com.br/geracao-distribuida-energia-fotovoltaica>. Acesso em: 07 out. 2024

SILVA, Carlos; MARTINS, Eduardo. **Empresas Sustentáveis: O Papel da Energia Solar**. Salvador: Editora Sustentabilidade Empresarial, 2022.

SOLECIA ENERGIA. **Logomarca**. Instagram. Disponível em: <https://www.instagram.com/soleciaenergia>. Acesso em: 09 out. 2024.

SOL&CIA. **Memorial Descritivo**. Tucuruí: Sol&Cia, 2023a. 14 p.

SOL&CIA. **Projeto Elétrico**. Tucuruí: Sol&Cia, 2023b. 8 p.

SOUZA, Arthur Costa de. **Sistemas Fotovoltaicos Trifásicos com Compensação de Reativo**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28722/8/SistemasFotovoltaicosTrifasicos.pdf>. Acesso em: 07 out. 2024.

SOUZA et al. **Normas Técnicas na Energia Solar: Um Guia Completo**. Curitiba: Editora Técnica Brasileira, 2024.

SOUZA, Carlos. **História das Energias Renováveis**. Recife: Editora História Ambiental Brasileira, 2020.

SUNERGIA. **História da energia solar: do efeito fotovoltaico à energia renovável**. Disponível em: <https://www.sunergia.com.br/historia-energia-solar>. Acesso em: 25 set. 2024.

UFGRS. **Efeito fotovoltaico**. Disponível em: http://penta3.ufrgs.br/fisica/energia/Energia_solar/efeito_fotovoltaico.html. Acesso em: 9 out. 2024.

VILLALVA, M. G. **Análise da geração de energia solar fotovoltaica: Estudo de caso em um supermercado no Mato Grosso do Sul**. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2020. Disponível em: <https://engeletrica.ufms.br/files/2021/02/JAIR-Giovanna-Bertoldo-Cassiano-2020.pdf> . Acesso em: 7 out. 2024.

WEG. **Eficiência dos painéis solares: o que você precisa saber**. 2023. Disponível em: <https://www.weg.net/br/pt/solucoes/eficiencia-paineis-solares>. Acesso em: 07 out. 2024

ANEXO A - FORMULÁRIO DE ACESSO

 NT.020.EQTL.Normas e Padrões ANEXO II - Formulário de Solicitação de Acesso para Microgeração Distribuída acima de 10 kW	
1. Identificação e Dados Cadastrais da Unidade Consumidora - PREENCHER, OBRIGATORIAMENTE, TODOS OS CAMPOS NA COR VERMELHA	
Nome do Cliente / Razão Social (Titular da Unidade Consumidora)	CPF/CNPJ
ANDREA	
Endereço	RG
R. MARANHÃO,	DATA EXPEDIÇÃO
CEP: 68	Contatos telefônicos
Município TUCURUI	Celular
UF (selecionar) PA	Fixo
E-mail	
Tipo de Solicitação (selecionar) CONEXÃO DE GD EM UNIDADE CONSUMIDORA EXISTENTE SEM AUMENTO DE POTÊNCIA DISPONIBILIZADA (ver item abaixo)	
INFORMAR O NÚMERO DA CONTA CONTRATO	
Ramo de Atividade (Descrição)	Conta Contrato (Se UC existente)
RESIDENCIAL	
Possui Cargas Especiais?	
Detalhar - Cargas especiais	Subgrupo (selecionar) B1
Classe (selecionar) Residencial	Tensão de Atendimento da UC 220 V
Carga Declarada da UC 23,00 kW	Potência Disponibilizada para a UC 25,00 kW
Disjuntor de Entrada da UC (selecionar) 70 A	
Tipo de Ramal (selecionar) AÉREO	Nº de identificação do poste ou transformador mais próximo B150
Preencher as coordenadas ponto de entrega do acessante em UTM Fuso 21, 22 ou 23 X = 3°45'4.77"S Y = 49°40'25.78"O	
Nome do Responsável Legal	Telefone do Responsável Legal
JOÃO	
E-mail do Responsável Legal	
2. Dados Cadastrais do Responsável Técnico	
Nome Completo	Título Profissional
JOÃO	TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA
E-mail	Registro Profissional
	Nº
Endereço de Correspondência	UF PA
	CEP: 68457-330
3. Características da Microgeração Distribuída	
Dados Gerais da Central Geradora	
Tipo de Geração (selecionar) SOLAR FOTOVOLTAICA	Especificar se necessário
Enquadramento da Microgeração (selecionar) AUTOCONSUMO REMOTO	PREENCHER LISTA DE RATEIO DE CLIENTES NA GUIA 2
Potência Geração 14,00 kW	Tensão Conexão 2Ø ou 3Ø 220 V
OK: PG ≤ PD	Data Início de Operação 03/03/2022
4. Documentos necessários que devem ser anexados à Solicitação de Acesso:	
Descrição	Observações
1. ART do Responsável Técnico pelo projeto e instalação do sistema de microgeração	
2. Diagrama unifilar e de blocos do sistema de geração, carga e proteção	
3. Memorial Técnico Descritivo da instalação (Conforme Modelo do ANEXO III - MODELO DE MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO)	
4. Projeto elétrico das instalações de conexão, contendo: a) Planta de Situação, b) Diagrama Funcional, c) Arranjos Físicos ou Lay-out e d) Manual com Folha de Dados (datasheet) dos inversores	
5. Certificados de Conformidade dos Inversores ou o número de registro de concessão do INMETRO do(s) inversor(es) para a tensão nominal de conexão com a rede	
6. Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando na porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012 (PLANILHA NA GUIA 2)	Para autoconsumo remoto, geração compartilhada e empreendimento de múltiplas unidades consumidoras
7. Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver)	Apenas para os casos de empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras e geração compartilhada.
8. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL, da cogeração qualificada (se houver)	Apenas para cogeração qualificada
9. Formulário de Ligação Nova (quando necessário, conforme observação) (Conforme ANEXO IV - FORMULÁRIO DE LIGAÇÃO NOVA)	Apenas no caso de Ligação Nova de unidade consumidora com microgeração distribuída
10. 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) (Conforme ANEXO V - FORMULÁRIO DE TROCA DE PADRÃO)	Apenas no caso de unidade consumidora existente com aumento ou redução de potência disponibilizada que implique em troca de padrão
11. Contrato de Aluguel ou Arrendamento da unidade consumidora (quando necessário, conforme observação)	Apenas para os casos de aluguel ou arrendamento da unidade consumidora onde será instalada a central geradora
12. Procuração (quando necessário, conforme observação)	Quando a solicitação for feita por terceiros
13. Autorização de uso de área comum em condomínio (quando necessário, conforme observação)	Quando uma UC individualmente construir uma central geradora utilizando a área comum do condomínio
5. Este formulário deve ser preenchido e encaminhado aos canais de atendimento Corporativo da Concessionária	
Em caso de dúvidas entre em contato através dos seguintes canais de atendimento ou nos locais onde há Consultores do Atendimento Corporativo: PARÁ - Sede de regionais (Belém, Castanhal, Marabá, Santarém e Altamira) Telefone: 0800 280 3216 E-mail - grandescientes.para@equatorialenergia.com.br MARANHÃO - Sede de regionais (São Luís, Imperatriz, Timon, Balsas e Bacabal) Telefone: 0800 280 2800 E-mail - grandescientes.maranhao@equatorialenergia.com.br PIAUI - Sede de regionais (Teresina, Parnaíba, Picos, Bom Jesus e Floriano) Telefone: 0800 086 8500 E-mail - grandescientes.piau@equatorialenergia.com.br ALAGOAS - Sede de regionais (Maceió, Arapiraca, Matriz de Camaragibe e Santana do Ipanema) Telefone: 0800 082 8500 E-mail: grandescientes.alagoas@equatorialenergia.com.br	Eu, acessante identificado neste formulário ou representante legal, venho por meio deste instrumento, solicitar o acesso para microgeração distribuída, fornecendo meus dados cadastrais assim como as documentos necessários, em
Tucuruí - PA	27/02/2023
Local	Data
	Assinatura do Responsável

ANEXO B - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

Página 1/1



Termo de Responsabilidade Técnica - TRT
Lei nº 13.639, de 26 de MARÇO de 2018

CRT 02

TRT OBRA / SERVIÇO
Nº CFT2302481345

Conselho Regional dos Técnicos Industriais 02

INICIAL

1. Responsável Técnico

JOÃO

Título profissional: TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

RNP: [REDACTED]

2. Contratante

Contratante: ANDREA

Logradouro: RUA MARANHÃO

Complemento: [REDACTED]

Cidade: TUCURUI

País: Brasil

Telefone: [REDACTED]

Contrato: Não especificado

Valor: R\$ 700,00

Ação Institucional: NENHUM

Bairro: CARIBE

UF: PA

CPF/CNPJ: [REDACTED]

Nº: 15

CEP: [REDACTED]

Email: [REDACTED]

Celebrado em: [REDACTED]

Tipo de contratante: PESSOA FISICA

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: RUA MARANHÃO

Complemento: Qd. 44

Cidade: TUCURUI

Telefone: [REDACTED]

Coordenadas Geográficas: Latitude: -3.751298 Longitude: -49.673740

Data de Início: 23/02/2023

Previsão de término: 30/08/2023

Finalidade: Residencial

Bairro: CARIBE

UF: PA

Nº: 15

CEP: 68457060

Proprietário: ANDREA

CPF/CNPJ: [REDACTED]

4. Atividade Técnica

13 - PROJETO

50 - PROJETO E EXECUÇÃO > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - ELÉTRICA -> ELETROTÉCNICA APLICADA -> GERAÇÃO DE ENERGIA -> #1789 - SOLAR FOTOVOLTAICA

Quantidade

Unidade

15,000

kWp

50 - PROJETO E EXECUÇÃO > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - ELÉTRICA -> ELETROTÉCNICA APLICADA -> TIPO DA INSTALAÇÃO -> #1803 - RESIDENCIAL

15,000

kWp

50 - PROJETO E EXECUÇÃO > CFT -> OBRAS E SERVIÇOS - ELÉTRICA -> ELETROTÉCNICA APLICADA -> GERAÇÃO DE ENERGIA -> #3159 - SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA

15,000

kWp

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa deste TRT

5. Observações

Projeto de microgeração distribuída em residência com potência de 15kWp.

6. Declarações

7. Entidade de Classe

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Tucuruí - PA, 27 de fevereiro de 2023

Local

data

João Vitor Conceição Silva

Responsável Técnico: JOÃO VITOR [REDACTED] CPF: [REDACTED]

João Vitor Conceição Silva

Contratante: ANDREA [REDACTED]

9. Informações

10. Valor

Valor do TRT: R\$ 60,13

Pago em: 24/02/2023

Nosso Número: 8227988227

A validade deste TRT pode ser verificada em: <https://corporativo.sinceti.net.br/publico/>, com a chave: aYY85
Impresso em: 27/02/2023 às 11:25:12 por: ip: 177.104.241.82

www.cft.org.br

Tel: 0800 016 1515

CFT
Conselho Federal dos Técnicos
Industriais



ANEXO C - CERTIFICADO DE CONFORMIDADE

CERTIFICATE of Conformity		
Registration No.:	AK 50566433 0001	
Report No.:	CN22CKLX 001	
Holder:	Guangzhou Sanjing Electric Co., Ltd. No.9, Lizhishan Road, Science City, Guangzhou High-tech Zone, Guangdong P.R. China	
Product:	PV-Inverter (PV Grid-connected Inverter)	
Identification:	Type Designation: R6-5K-T2-32-LV, R6-6K-T2-32-LV , R6-8K-T2-32-LV, R6-10K-T2-32-LV, R6-15K-T2-32-LV, R6-20K-T3-32-LV, R6-25K-T4-32-LV, R6-30K-T4-32-LV Firmware Version: V1.029 Remark: Refer to test report CN22CKLX 001 for details.	
Tested acc. to:	IEC 61727:2004 IEC 62116:2014	
The certificate of conformity refers to the above mentioned product. This is to certify that the specimen is in conformity with the assessment requirement mentioned above. This certificate does not imply assessment of the production of the product and does not permit the use of a TÜV Rheinland mark of conformity.		
		Certification Body
Date	<u>22.11.2022</u>	 A. Chen
 TÜV Rheinland LGA Products GmbH - Tillystraße 2 - 90431 Nürnberg		
10020 d 04.08 TÜV, TÜV and TÜV are registered trademarks. Utilisation and application requires prior approval.		

ANEXO D - FORMULÁRIO DE VISTORIA

 NT.020.EQTL.Normas e Padrões ANEXO VI - Formulário de Solicitação de Vistoria de Microgeração Distribuída	
1. Identificação e Dados Cadastrais da Unidade Consumidora - PREENCHER, OBRIGATORIAMENTE, TODOS OS CAMPOS NA COR VERMELHA	
Nº do Protocolo do Parecer de Acesso Aprovado	1084992626
Nº da Conta Contrato	3016072744
Nome do Cliente / Razão Social (Titular da Unidade Consumidora)	ANDREA
CPF/CNPJ	
RG	
DATA EXPEDIÇÃO	-
Endereço	R. MARANHÃO
CEP:	68457-060
Município	TUCURUI
UF (selecionar)	PA
E-mail	
Ramo de Atividade (Descrição)	RESIDENCIAL
Classe (selecionar)	Residencial
Tipo de Ramal (selecionar)	AÉREO
Tipo de Ligação (selecionar)	TRIFÁSICO
Tensão de Atendimento da Unidade Consumidora	220 V
Disjuntor de Entrada da UC (selecionar)	70 A
Nº de identificação do poste ou transformador mais próximo	B150
Preencher as coordenadas ponto de entrega do acessante em UTM Fuso 21, 22 ou 23	X = 3°45'4.77"S Y = 49°40'25.78"O
2. Dados Cadastrais do Responsável Técnico	
Nome Completo	JOÃO VITOR
Título Profissional	TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA
Registro Profissional	Nº UF PA
E-mail	joaosivator@gmail.com
Telefone Fixo	
Telefone Celular	
Fax	
Endereço de Correspondência	Bairro UF PA
Município	TUCURUI
CEP:	68.457-330
3. Características da Microgeração Distribuída	
Dados Gerais da Central Geradora	
Tipo de Geração (selecionar)	SOLAR FOTOVOLTAICA
Enquadramento da Microgeração (selecionar)	AUTOCONSUMO REMOTO
Potência de Geração (PG)	15 kW
4. Documentos necessários que devem ser anexados à Solicitação de Vistoria	
Descrição	Observações
1. Relatório de comissionamento em conformidade com a ABNT NBR 16274 emitido pelo responsável técnico	
2. Fotos da instalação do padrão de entrada/conexão e do sistema de geração	
5. Contato na Concessionária (preenchido pela Concessionária)	
Responsável / Área:	
Endereço:	
Telefone:	
E-mail:	
6. Este formulário deve ser preenchido e encaminhado aos canais de atendimento Corporativo da Concessionária	
PARA - Sede de regionais (Belém, Castanhal, Marabá, Santarém e Altamira) MARANHÃO - Sede de regionais (São Luís, Imperatriz, Timon, Balsas e Bacabal) PIAUÍ - Sede de regionais (Teresina, Parnaíba, Picos, Bom Jesus e Floriano) ALAGOAS - Sede de regionais (Maceio, Arapiraca, Matriz de Camaragibe e Santana do Ipanema) Em caso de dúvidas entrar em contato com os canais de atendimento disponibilizados na norma NT.020.EQTL.Normas e Padrões.	Eu, acessante identificado neste formulário, venho por meio deste instrumento, solicitar o acesso para microgeração distribuída, fornecendo meus dados cadastrais assim como os documentos necessários, em conformidade com as normas e resoluções aplicáveis. TUCURUI-PA 16/02/2023 Local Data Assinatura do Responsável