



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

MIKE DE ALBUQUERQUE ROCHA



Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO:

**TECCEL – TECNOLOGIA DA
CONSTRUÇÃO CIVIL E ELÉTRICA**



Departamento de
Engenharia Elétrica



CAMPINA GRANDE
2019

MIKE DE ALBUQUERQUEROCHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estagio Integrado submetido à
Coordenação do Curso 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: Energia Renovável

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
2019

MIKE DE ALBUQUERQUE ROCHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à Coordenação
do Curso 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: Geração Distribuída Fotovoltaica

Aprovado em / /

Roberto Silva de Siqueira
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Leimar de Oliveira, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, minha mãe Micelânia e minha namorada Tanammy, que sempre me apoiaram e me deram força para seguir em frente e realizar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, toda honra e toda glória a ele que nunca me abandonou, me tornado cada dia mais forte, e ajudou nos momentos mais difíceis.

Agradeço também à minha mãe, Micelânia, por sempre ter me apoiado, cuidado e me amado, se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, mesmo com todas as dificuldades que passamos, obrigado por tudo que fez e tem feito por mim sem nunca medir esforços.

Agradeço também a minha namorada Tanammy, que ao longo de todos esses anos que estamos juntos foi a pessoa que mais me apoiou e me incentivou a nunca desistir, sempre ao meu lado, com todo carinho e sabedoria que me fez amadurecer muito nesses anos.

Agradeço aos meus tios padrinhos Marcos e Marilane por me acolherem por todos esses anos, sempre me aconselhando para meu melhor. Não deixando de esquecer das minhas tias Joana, Fiy e Fátima que sempre estiveram presentes de alguma forma.

Agradeço a todos os amigos em especial Carlos, Inaiê, Pedro, Andson, por todos os momentos que passamos, momentos alegres, tristes, bons e difíceis, e que sem vocês essa jornada poderia ter sido mais árdua. Também aos meus amigos Heroíso e Miguel que mesmo a pouco tempo já compartilhamos ótimos momentos.

A minha família EJC, Guardiões da Luz que entrou na minha vida a 2 anos e me mudou de uma forma muito bonita, me tornando uma pessoa melhor e mais próxima de Deus.

Em especial agradeço ao meu supervisor de estágio Pablo Fabricio Cavalcanti de Albuquerque, com quem aprendi muito e me mostrou na prática o dia-a-dia de como é ser um engenheiro.

Enfim, agradeço a todos os colegas que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje, professores um agradecimento especial ao professor Leimar que me orientou nesse trabalho com toda paciência e dedicação, e aos funcionários do departamento de Engenharia Elétrica.

“Fazei Tudo o Que Ele Vos Disser”

(João 2,5).

RESUMO

Este presente relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas pelo aluno Mike de Albuquerque Rocha durante o estágio integrado no período de 28 de maio de 2018 até 29 de novembro de 2018 na empresa TECCEL Tecnologia da Construção Civil e Elétrica na cidade de Cajazeiras-PB. Sob orientação do professor Leimar de Oliveira e supervisão do engenheiro eletricista Pablo Fabrício Cavalcanti de Albuquerque. As atividades realizadas tiveram como objetivo aprendizado do estagiário e com suporte ao engenheiro e supervisor responsável. O estagiário atuou tanto em campo como em escritório realizando atividades de engenheiro, projetista e desenhista na área de projetos elétricos desenvolvendo projetos em energia solar com o auxílio do AutoCAD, dimensionamento de cabeamento, diagramas e proteção. Em campo tinha como função, fazer visitas técnicas dos locais em que seriam construídas as usinas solares, acompanhar obras, coordenar equipes e fazer o levantamento de materiais necessários para a execução das obras.

Palavras-chave: TECCEL, energia solar, projetos, visitas técnicas, AutoCAD.

ABSTRACT

This report aims to describe the activities developed by student Mike de Albuquerque Rocha during the internship from May 28, 2018 to November 29, 2018 at TECCEL Tecnologia da Construção Civil e Elétrica in the city of Cajazeiras-PB. Under the guidance of Professor Leimar de Oliveira and supervision of the electrical engineer Pablo Fabrício Cavalcanti de Albuquerque. The activities carried out were aimed at apprenticeship of the trainee and with support to the responsible engineer and supervisor. The trainee worked both in the field and in the office performing activities of engineer, designer and draftsman in the area of electrical projects developing projects in solar energy with the help of AutoCAD, standard input, cabling, diagrams and protection. In the field was to make technical visits to the sites where the solar plants would be built, monitor works, coordinate teams and collect materials needed to carry out the works.

Keywords: TECCEL, energia solar, projetos, visitas técnicas, AutoCAD.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Foto tirada de cima da TECCEL.....	17
Figura 2 – Produção mundial de células fotovoltaicas	19
Figura 3 – Evolução de potência instalada em SFV no mundo.....	20
Figura 4 – Evolução de potência instalada (MW) por tipo de fonte.....	22
Figura 5 – Potência instalada (MW) de geração distribuída FV no Brasil.....	22
Figura 6 – Investimento anual para GD fotovoltaica no Brasil	23
Figura 7 – Potência instalada por UF	24
Figura 8 – Previsão de SFCR para os próximos anos.....	25
Figura 9 – Previsão de MW instalados para os próximos anos	25
Figura 10 – Distribuição eletrônica do silício	27
Figura 11 – Cristal de silício não-dopado.....	28
Figura 12 – Cristal de silício dopado: tipos n e p	29
Figura 13 – Corrente em função da ddp aplicada em uma célula de silício	32
Figura 14 – Curva I-V para diferentes temperaturas	33
Figura 15 – Efeito da temperatura na curva P-V	34
Figura 16 – Curvas I-V para diferentes valores de irradiação solar.	35
Figura 17 – Conexão em série entre três módulos	36
Figura 18 – Conexão em paralelo entre três módulos.....	36
Figura 19 – Conexão série-paralelo entre três módulos.....	37
Figura 20 – Sistema fotovoltaico conectado a rede.....	39
Figura 21 - Apoio para trilhos, centrais e finais	42
Figura 22 – Trilho.....	42
Figura 23 – Local de trabalho sinalizado.....	44
Figura 24 – Utilização de EPI's	44
Figura 25 – Relatório diário de obra (RDO).....	45
Figura 26 – Tabela com dados das usinas instaladas no mês de setembro.....	46
Figura 27 – Gráfico das usinas instaladas em setembro de 2018	46
Figura 28 – Relatório de gerenciamento mensal	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Distribuição da produção mundial de células fotovoltaicas	20
Tabela 2 Comparação entre tipos de células fotovoltaicas	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
a-Si	Silício amorfo
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CdS	Sulfato de Cádmio
CRESESB	Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica
Sérgio de S. Brito	
c-Si	Silício cristalino
d	Distância
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
h	Altura
HSP	Horas de Sol Plena
MPPT	<i>Ponto Máximo de Potência</i>
m-Si	Silício monocristalino
MT	Média Tensão
NBR	Normas Brasileiras
NDU	Norma de Distribuição Unificada
p-Si	Silício policristalino
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UFV	Usina Fotovoltaica
VPL	Valor Presente Líquido
kV	quilovolts
Wp	Wattspico

SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
1.1	Objetivos.....	13
1.2	Estrutura do Trabalho.....	15
2	A Empresa	13
3	Fundamentação Teórica.....	16
3.1	Energia Solar.....	16
3.2	Sistemas Fotovoltaicos no Mundo	17
3.3	Sistema Fotovoltaicos no Brasil.....	19
4	A Física.....	24
4.1	O Efeito Fotovoltaico.....	24
4.1.1	Semicondutores Não-Dopados	25
4.1.2	Semicondutores Dopados	25
4.2	Células Fotovoltaicas	26
4.3	Módulos Fotovoltaicos.....	27
4.3.1	Características Elétricas do Módulo Solar Fotovoltaico.....	28
4.3.2	Curva Característica de Tensão Versus Corrente	29
4.3.3	Temperatura de Operação.....	30
4.3.4	Intensidade da Radiação Solar.....	32
4.3.5	Arranjo Entre Módulos Fotovoltaicos	33
4.4	Inversor	35
4.5	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR).....	36
5	Atividades Desenvolvidas	37
5.1	Realização de Vistorias.....	37
5.2	Projeto Elétrico de Sistema Fotovoltaico.....	38
5.3	Levantamento de Materiais para Obras.....	38
5.4	Acompanhamento das Obras	40
5.5	Relatórios de Obras e Relatório Mensais.....	42
5.5.1	Relatórios de Obras	42
5.5.2	Relatórios Mensais	43
5.5.3	Relatórios de Geração Mensal dos Clientes	44
6	Conclusão	45
	Referências Bibliográficas.....	46

1 INTRODUÇÃO

Neste documento são relatadas as atividades desenvolvidas no estágio integrado realizado pelo aluno do curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande na empresa TECCEL Tecnologia da Construção Civil e Elétrica no ano de 2018. Viabilizando cumprir as exigências da disciplina integrante da grade curricular, Estágio Curricular, do Curso de Engenharia Elétrica da UFCG.

Esta atividade, de caráter curricular obrigatório, foi realizada entre os dias 28/05/2018 a 29/11/2018, com um máximo de 40 horas semanais, compreendendo um período de 1062 horas. O estágio foi realizado do Setor de energia solar sob a supervisão do engenheiro eletricitista Pablo Fabrício Cavalcanti de Albuquerque possibilitou, dentre outras experiências, conhecer o desenvolvimento da formação profissional de um engenheiro eletricitista, consolidando os conhecimentos adquiridos durante a graduação até a obtenção do diploma, bem como a superação de problemas e desafios enfrentados pelo profissional da área.

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram de realizar as visitas técnicas, dimensionar, elaborar o projeto elétrica, acompanhamento das obras.

Neste relatório são apresentadas as atividades realizadas durante o estágio Integrado e algumas considerações acerca das atividades desenvolvidas.

1.1 OBJETIVOS

O Objetivo deste relatório é listar as atividades realizadas durante o estágio integrado, detalhando as mais importantes. Na qual foi mostrado todos conhecimentos adquiridos durante a graduação aplicando no dia-a-dia.

1.2 A EMPRESA

Tendo como objetivo executar, com qualidade e segurança, serviços de engenharia civil e elétrica, nasceu em abril de 2001 a Teccel Engenharia, com sede na cidade de Cajazeiras, Paraíba. A iniciativa e a vontade de criar a empresa Teccel já existia a mais de três décadas, essa vontade surgiu devido ao histórico familiar que já vem de um ramo que trabalhava com geradores de energia elétrica. No início, quando a empresa foi fundada tinha apenas o setor de engenharia bem consolidado no campo das energias não renováveis, mas com o passar dos anos foi se vendo com grande potencial o uso das energias renováveis e devido à grande incidência solar encontrada na região do sertão onde se encontra a empresa, logo se teve a visão empreendedora de investir nesse novo negócio.

Com o surgimento do setor de prestação de serviços de energia solar dentro da empresa a Teccel procurou se renovar cada dia mais e mais dentro dessa nova vertente, para isso uma participação efetiva em congressos, feiras e em todo o cenário que envolva o uso dessa energia sustentável fez-se fundamental para a empresa, além de sempre procurar garantir uma maior qualidade em seu serviço através de um contato direto com fornecedores e uma análise de cada equipamento a ser utilizado em seus serviços. Conhecer a fundo a área a ser explorada e seus benefícios garantiu a empresa um diferencial em meio ao mercado.

Figura 1 – Foto tirada de cima da TECCEL



Fonte: (O próprio autor)

A Teccel começou com apenas 30 funcionários, hoje já conta com 250. A empresa vem investindo em energia solar há um pouco mais de dois anos, já prestou serviços para

os mais diversos lugares como em hotéis, postos de combustíveis, escolas e projetos residenciais, já tendo sido premiada por ser a melhor empresa em serviços de distribuição de energia. O sol que por muitas vezes castigou a Paraíba e região agora gera mais uma atividade econômica que promete cada dia crescer mais e mais.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este relatório de estágio apresenta a seguinte distribuição.

O Capítulo 1 é introdutório, faz uma breve contextualização da importância do estágio na formação profissional, define os objetivos e a forma como os capítulos estão dispostos, e uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o estágio.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica com os principais assuntos que serviram de base para o desenvolvimento das atividades durante a realização do estágio.

O Capítulo 4 é uma apresentação detalhada das principais atividades desenvolvidas durante a realização do estágio.

O Capítulo 5 é conclusivo e destaca as partes mais importantes após a realização desse relatório.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No capítulo, são descritos conceitos teóricos necessários para a compreensão das atividades desenvolvidas durante o estágio. Dessa forma, a seguir são dadas informações das normas que regulam sobre geração distribuída, e um embasamento teórico dos componentes básicos que compõe o sistema fotovoltaico, desde a tecnologia utilizada pelas células, chegando aos módulos fotovoltaicos, painéis e também os inversores de frequências.

2.1 ENERGIA SOLAR

O efeito fotovoltaico, primeiramente descoberto por Edmond Becquerel, em 1839, consiste no surgimento de uma diferença de potencial nos terminais de uma célula eletroquímica causada pela absorção de luz, sendo a célula fotovoltaica a menor unidade desse processo de conversão. Em 1876 foi concebido o primeiro aparato fotovoltaico, mas foi somente em 1956 que se iniciou a sua produção industrial. A "corrida espacial" foi o primeiro fator que impulsionou a sua produção, pois a célula solar possui alta capacidade de fornecer energia no espaço por longos períodos de tempo, em consequência de seu peso e custos.

Com a crise do petróleo em 1973 o interesse em aplicações terrestres para a energia solar fotovoltaica foi renovado, no entanto, a produção teria que passar por um processo de barateamento dos seus custos em cerca de 100 vezes, em relação à aplicação espacial. Em 1978 o setor já produzia 1 MW por ano, e o objetivo dos Estados Unidos era de que no ano de 2000, cerca de 1 a 5,5% de toda energia consumida pelo país fosse de origem fotovoltaica. Em 1998 já eram produzidos cerca de 150 MW por ano, sendo o Silício, pela sua abundância, o destaque no ramo dos materiais (FRANÇA, 2013).

O desenvolvimento do mercado fotovoltaico foi imprescindível para o rápido aumento da produção chinesa, observado desde 2006. Em 2003, a Ásia não estava entre as dez maiores fabricantes do mundo, entretanto, em 2008, três desses eram da China e

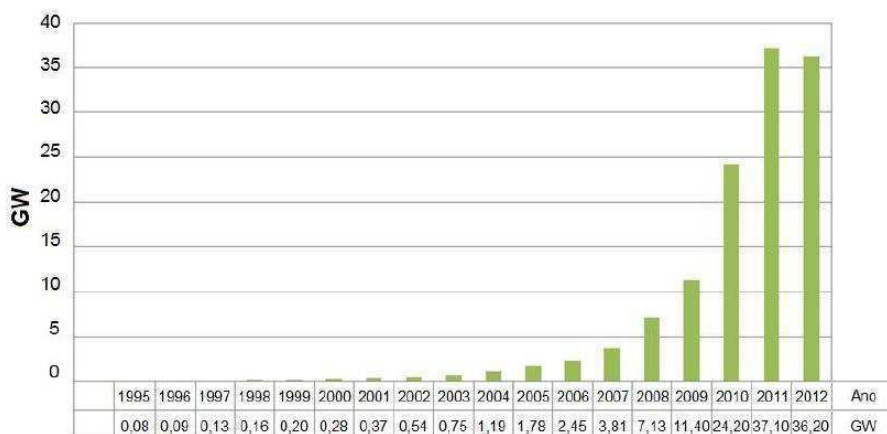
um de Taiwan e, em 2009, a China já ocupava a liderança na fabricação de módulos (CRESESB, 2014).

Até a atualidade, o principal empecilho do setor é o custo das células solares, mas pesquisa com outros tipos de células e fortes incentivos concedidos para a instalação de sistemas fotovoltaicos vem mudando este cenário.

2.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO MUNDO

Devido a incentivos concedidos para a instalação de sistemas fotovoltaicos, a produção de energia elétrica a partir da energia solar vem crescendo nos países desenvolvidos. A Figura 2 apresenta a evolução mundial de células fotovoltaicas, tendo sido produzidos, em 2012, cerca de 36,2 GWp, equivalendo a mais de duas vezes e meia a potência da usina hidroelétrica de Itaipu, a maior central de produção de energia elétrica do Brasil (CRESESB, 2014).

Figura 2 – Produção mundial de células fotovoltaicas

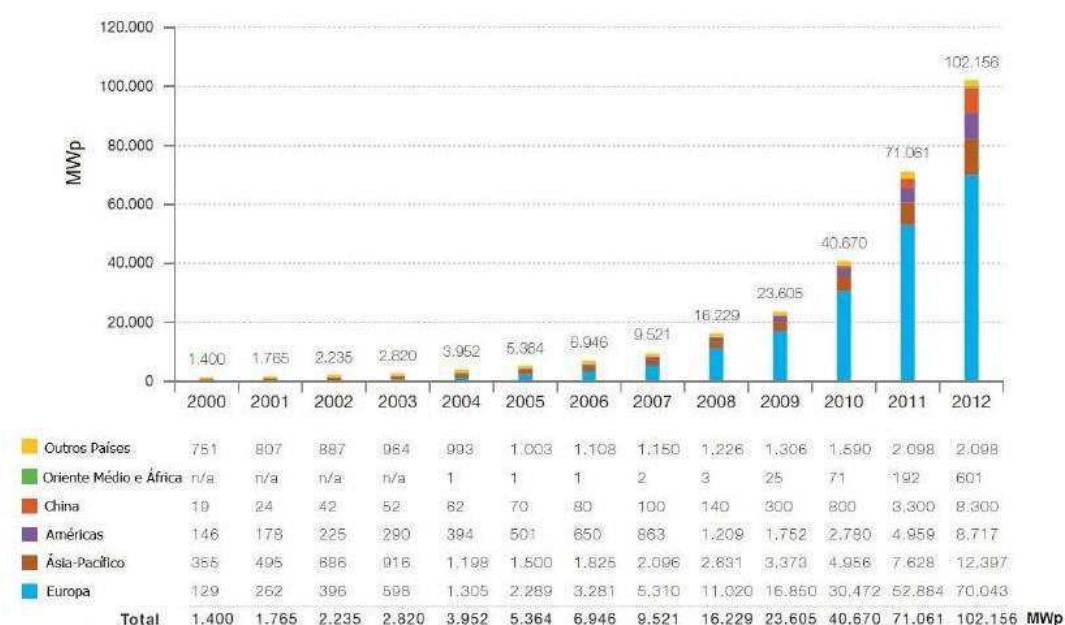


Fonte: (CRESESB, 2014)

Para melhor visualização e entendimento da distribuição dos sistemas fotovoltaicos no mundo, pode ser visto na Figura 3 a potência instalada em SFV no mundo no período de 2000 a 2012. Observa-se que o maior mercado de módulos fotovoltaicos tem sido na Alemanha, seguida da Itália, sendo que, apenas na Europa, encontram-se

instalados aproximadamente 74% da produção mundial. Com a utilização desta nova tecnologia, é possível observar os resultados, em 2011, a energia elétrica produzida pelos sistemas fotovoltaicos correspondeu a 2% do consumo europeu, com destaque para a Itália, onde este número foi da ordem de 5%. Depois da Europa, os maiores mercados para SFV estão no Japão e nos Estados Unidos. É importante ressaltar que, até 2012, a potência instalada acumulada global superou os 100GWp, sendo 32,3 GWp na Alemanha e 16GWp na Itália (CRESESB, 2014).

Figura 3 – Evolução da potência instalada em sistemas fotovoltaicos no mundo



Fonte: (CRESESB, 2014)

Podemos observar pela Figura 3 que a China e a Índia apresentam expressivo crescimento, resultado de políticas favoráveis, preços baixos de módulos fotovoltaicos e programas de eletrificação rural em larga escala. A China se destaca, ainda, pela produção e exportação em larga escala de células e módulos fotovoltaicos. Nota-se, também, o crescimento exponencial da tecnologia dos SFV, partindo de 1.400 MWp em 2000 a 102.156 MWp em 2012, sendo os países da Europa os principais contribuintes, saltando de 129 MWp para 70.046 MWp durante o mesmo intervalo, seguido dos países da Ásia e Américas (BESERRA, 2016). A Tabela 1 mostra os principais fabricantes de módulos fotovoltaicos do mundo em 2012.

Tabela 1 – Distribuição da produção mundial de células fotovoltaicas em 2012

	País	Potência (MWp)	% em relação ao total
1º	China	23.005	64%
2º	Outros Países da Ásia	5.858	16%
3º	Europa	3.743	11%
4º	Japão	1.941	5%
5º	EUA	953	3%
6º	Outros Países	445	1%

Fonte: Adaptado de (CRESESB, 2014) apud (GTM RESEARCH, 2013)

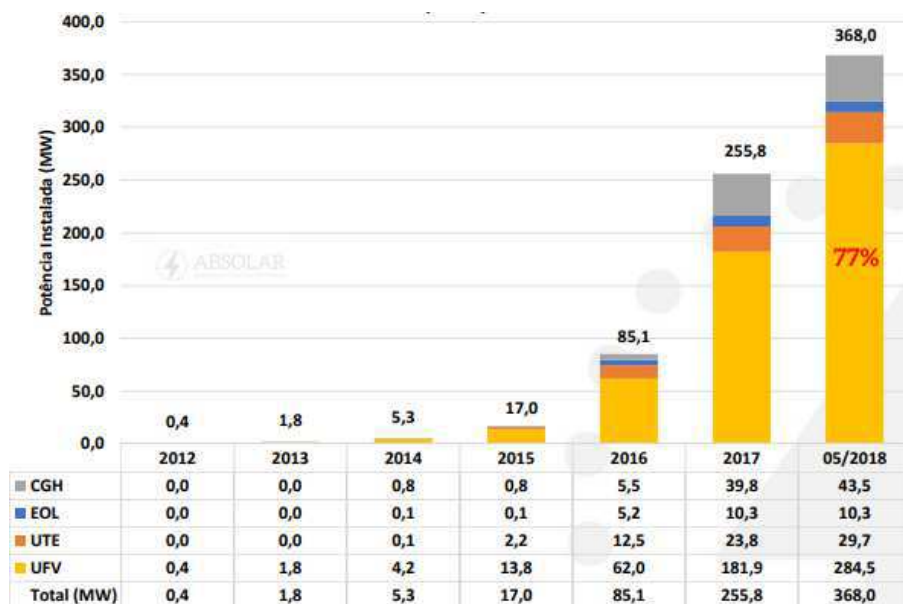
Um dos maiores desafios para a indústria e o principal empecilho para a difusão da tecnologia dos sistemas fotovoltaicos é o custo das células fotovoltaicas. No entanto, pode-se observar o aumento da sua utilização, em razão, tanto dos seus custos decrescentes, quanto dos custos crescentes das demais formas de produção de energia, inclusive em função do crescente impacto ambiental derivado da utilização de outras fontes de produção de energia (CRESESB, 2014).

2.3 SISTEMA FOTOVOLTAICOS NO BRASIL

O Brasil possui um enorme potencial energético solar, porém pouco aproveitado. Os índices de menor intensidade de radiação do solar do Brasil são os índices de maior intensidade na Alemanha, referência mundial em geração de energia solar fotovoltaica. No entanto, a dificuldade de aproveitamento deste recurso é justificada pela falta de incentivos públicos, fator preeminente no alto custo do sistema, onde isso já está mudando nos últimos anos, tendo alguns bancos abrindo linhas de créditos com financiamento para SFCR.

A Figura 4, mostra o crescimento da geração distribuída nos últimos anos, podemos ver a potência instalada (em MW) por tipo de fontes, e que a UFV é a que mais cresceu.

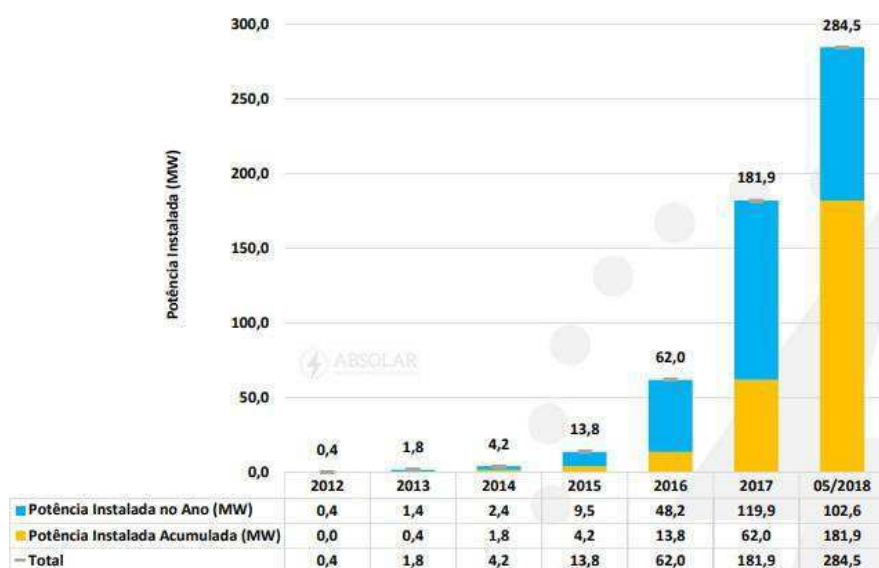
Figura 4 – Evolução da potência instalada (MW) em microgeração e minigeração distribuída por tipo de fonte.



Fonte: (ANEEL/ABSOLAR, 2018)

Até meados de 2018, o Brasil tinha cerca de 284,5 MW em Geração Distribuída solar fotovoltaica instaladas, e tendo 181,9 MW acumuladas a serem instaladas como pode ser visto o crescimento nos últimos anos na Figura 5.

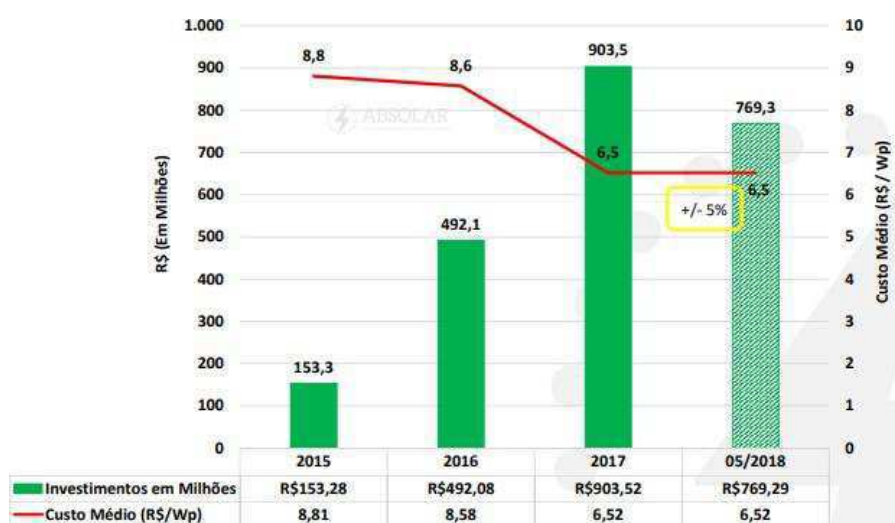
Figura 5 – Potência instalada (MW) de geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil



Fonte: (ANEEL/ABSOLAR, 2018)

O investimento anual para Geração Distribuída Solar Fotovoltaica no Brasil vem crescendo nos últimos anos, mesmo tendo uma pequena queda no ano de 2018, pode-se notar que o custo médio por Watt-pico (R\$/Wp) vem diminuindo e permaneceu constante em 2018, mesmo com a queda de investimento, o que é bom para a população que pretende obter energia fotovoltaica na sua residência ou comércio.

Figura 6 – Investimento Anual para geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil e custo médio do Wp.



Fonte: (Greener/Instituto Ideal, 2018)

É visto na Figura 7, a potência instalada de geração distribuída solar fotovoltaica por cada estado do Brasil, e a porcentagem equivalente a potência em MW. Sendo essa fração muito menor que a demanda elétrica de cada estado.

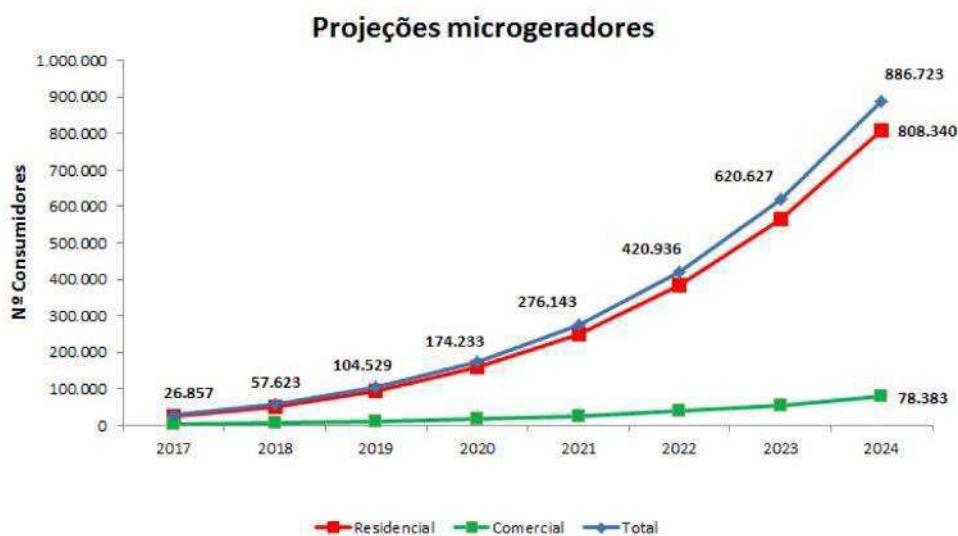
Figura 7 – Potência instalada (MW) de geração distribuída solar fotovoltaica por UF.



Fonte: (ANEEL/ABSOLAR, 2018)

As projeções para os próximos anos no Brasil são positivas, onde deverá ter um salto elevado como cerca de 174 mil sistemas conectados à rede instalado. E mais de 800 mil em 2024 (ANEEL, 2018).

Figura 8 – Previsão de SFCR para os próximos anos.

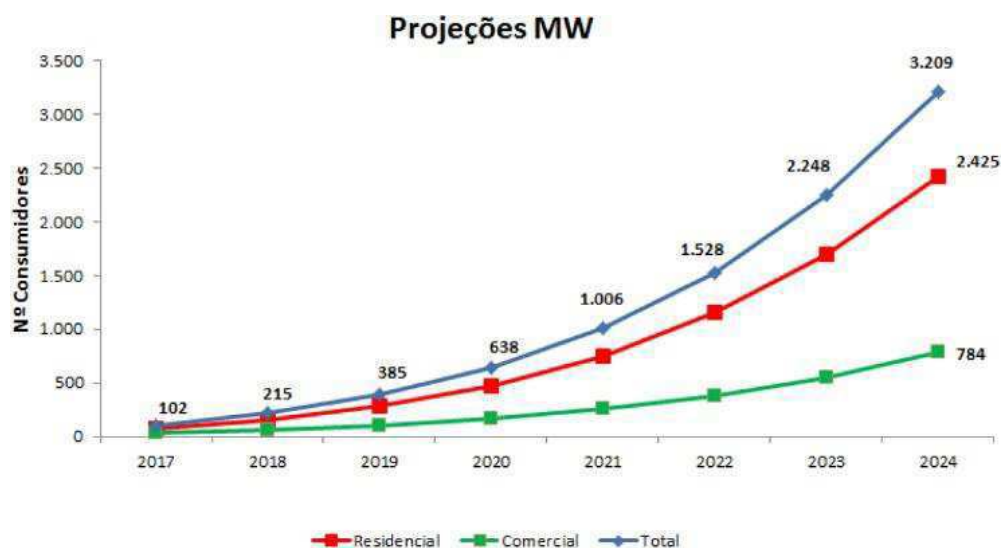


Fonte: ANEEL/2018

Nota-se que assim como em 2018, a maioria dos sistemas serão instalados em unidades residenciais, cerca de 91% do total nacional contra somente 9% de sistemas comerciais.

Da mesma forma, agora considerando em MW é visto na Figura 9, que teremos um elevado aumento, e mesmo essa tecnologia tendo partido de dezenas de sistemas para milhares, o setor de energia solar no Brasil, tem mantido um passo de crescimento muito bom a cada ano. Isso abre enormes possibilidades de geração de emprego e criação de novas empresas nos próximos anos.

Figura 9 - Previsão em MW instalados para os próximos anos.



Fonte: ANEEL/2018

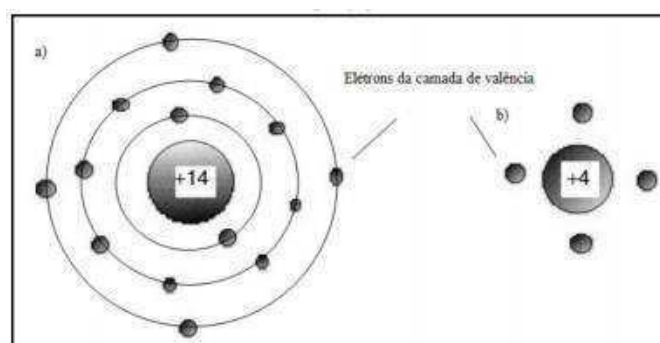
Os sistemas comerciais nesse caso ficam com cerca de 24% do total da potência instalada, e serão responsáveis por cerca de 784 MW de um total de 3,2 GW.

3 A FÍSICA

3.1 O EFEITO FOTOVOLTAICO

A captação da energia contida na radiação solar é o que caracteriza o efeito fotovoltaico, que por definição, é a conversão da energia solar em energia elétrica, que ocorre em células fotovoltaicas, definidas como componentes optoeletrônicas que convertem diretamente a radiação solar em eletricidade, e são constituídas basicamente de material semicondutor, sendo o silício o material mais utilizado. Esses materiais semicondutores se caracterizam por possuírem uma banda de valência totalmente preenchida por elétrons e uma banda de condução totalmente "vazia" a temperaturas baixas (MEDEIROS, 2014) apud (REIS, 2011). O Silício (Si) é o material mais utilizado na energia solar fotovoltaica, além de sua abundância no planeta, é eficiência e de fácil utilização. A característica mais relevante é a facilidade de se ligar eletricamente com outros materiais que também possuam elétrons livres em suas últimas camadas. Esta característica está diretamente ligada à sua distribuição elétrica, que se constitui em três camadas, partindo do centro têm-se a primeira camada com 2 elétrons, a segunda camada com 8 elétrons e a terceira e última camada, denominada de camada de valência, com 4 elétrons, como pode ser visto na Figura 10 (FRANÇA, 2013).

Figura 10 – a) Distribuição eletrônica do Silício. b) Modelo Simplificado da distribuição eletrônica do silício



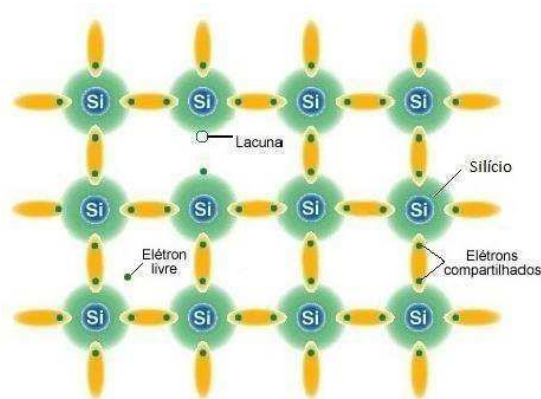
Fonte: (FRANÇA/2013)

Para se entender melhor o efeito fotovoltaico é necessário conhecer os materiais semicondutores, que são divididos entre dopados e não-dopados.

3.1.1 SEMICONDUTORES NÃO-DOPADOS

Os semicondutores não-dopados são aqueles cujos cristais são formados apenas por um elemento químico, podendo ser exemplificados pelo cristal de silício. Esse tipo de material se comporta como um excelente isolante elétrico a baixas temperaturas próximas do zero absoluto onde os orbitais eletrônicos dos átomos estão sempre completos. Em temperaturas mais elevadas, os elétrons da banda de valência do átomo possuem mais energia para transitarem com à banda de condução. Assim, podendo alguns elétrons ficarem livres gerando, lacunas no cristal. Essas lacunas passam a possuir a característica de atrair cargas negativas, ou seja, se comportam como íons positivos (MATTOS, 2016).

Figura 11 – Cristal de silício não-dopado



Fonte: www.infoescola.com/quimica/dopagem-eletronica (adaptado).

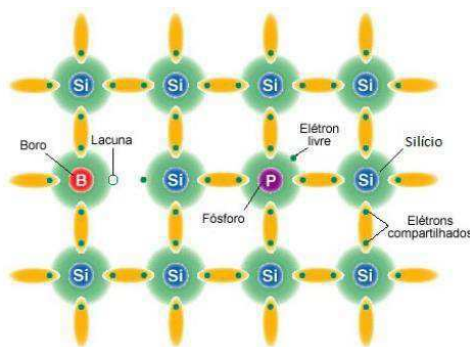
3.1.2 SEMICONDUTORES DOPADOS

Os semicondutores dopados são aqueles que recebem em sua estrutura outros elementos químicos para que o cristal, se comporte de maneira diferente quando comparado aqueles não-dopados. Ainda podemos dividir um semicondutor dopado em dois tipos, n e p. Quando o elemento químico dopante for da família do Boro (coluna 3A

da tabela periódica), temos semicondutores dopante do tipo p e quando for da família do Nitrogênio (coluna 5A), temos semicondutores dopante tipo n.

Como os semicondutores dopantes do tipo n da coluna 5A tem excessos de elétrons se comparados aos números de lacunas, eles tem a característica de serem doadores de elétrons. Já os semicondutores dopantes tipo p da coluna 3A tem lacunas em excessos e elétrons a menos, tendo assim características de receptor. Podemos perceber isso na Figura 12, pegando como exemplo o fósforo (P) é um elemento da família 5A e é o material mais usado para criar a região *n*. Um átomo de fósforo tem cinco eletros na sua banda de valência, pelo que cria quatro ligações covalentes com os átomos de silício e deixa um eletro livre, que viaja através do material. E o Boro (B) que é um elemento da família 3A. Um átomo de boro forma quatro ligações covalentes com quatro átomos vizinhos de silício, mas como só possui três eletros na banda de valência, existe uma ligação apenas com um eletro, enquanto as restantes três ligações possuem dois eletros. A ausência deste eletro é considerada uma lacuna, a qual se comporta como uma carga positiva que viaja através do material, pois de cada vez que um eletro vizinho a preenche, outra lacuna se cria.

Figura 12 – Cristal de silício dopado: tipos **n** e **p**.



Fonte: www.infoescola.com/quimica/dopagem-eletronica (adaptado).

3.2 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

O elemento básico que constitui o sistema fotovoltaico, são as células fotovoltaicas, que são conectadas em diferentes associações, para formar um bloco que denominamos de módulo fotovoltaico. Hoje em dia, existem diferentes tipos de células fotovoltaicas, sendo as mais comuns encontradas no mercado as de silícios mono e

policristalino (p-Si). As de silício monocristalino (m-Si) são as mais eficientes dentre as que são produzidas em maior quantidade e as que estão disponíveis no mercado. Elas alcançam valores de eficiência de 18%, porém, possuem um custo de produção mais elevado do que as dos outros tipos. Assim as mais utilizadas com menor custo são as células de silício policristalino (p-Si) pois é formado por diversos cristais e é usado na fabricação de algumas células solares, com um custo menor de produção. Os valores nominais de rendimento que esse tipo de célula pode atingir variam de 13% a 15%, o que pode ser compensado por seu baixo custo. Outras tecnologias existentes de células pode ser visto na tabela 2 fazendo um comparativo entre as mais conhecidas.

Tabela 2 – Comparação entre tipos de células fotovoltaicas

MATERIAL	EFICIÊNCIA EM LABORATÓRIO	EFICIÊNCIA DA CELULA COMERCIAL	EFICIÊNCIA DOS MÓDULOS COMERCIAIS
Silício Monocristalino	24,7%	18%	14%
Silício Policristalino	19,8%	15%	13%
Silício Cristalino de Filme Fino	19,2%	9,5%	7,9%
Silício Amorfo	13%	10,5%	7,5%
Célula Solar Híbrida	20,1%	17,3%	15,2%
Talureto de Cádmio	16,4%	10%	9%

Fonte: Energia Solar Fotovoltaica – Conceitos e Aplicações, Gradella et. al.

3.3 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

O módulo fotovoltaico é composto pelo agrupamento de células fotovoltaicas, pois cada célula possui corrente e tensão de baixa intensidade, dessa forma torna-se indispensável o seu agrupamento em arranjos, visto que uma célula isolada fornece energia elétrica insuficiente, com tensão de aproximadamente 0,4 volts no ponto de máxima potência (BRAGA, 2008). Os fatores que afetam o desempenho dos módulos solares fotovoltaicos são a intensidade luminosa na localização dos módulos e a temperatura das células, com o aumento da temperatura ou diminuição da intensidade

luminosa, observa-se uma redução da sua eficiência (ZARIRATO et. al.2011 apud CABRAL et. al.2004).

3.3.1 CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO

Como citado anteriormente, faz-se necessário o agrupamento de células em um painel fotovoltaico com objetivo de alcançar um determinado valor de tensão e corrente. No entanto, é importante que alguns parâmetros dos painéis fotovoltaicos sejam determinados e especificados para o dimensionamento técnico da instalação. Essas especificações são determinadas pelo fabricante considerando a condição padrão de teste, definida pela norma IEC 61215: 1000 W/m² de potência luminosa incidente total, com uma distribuição espectral conhecida como massa de ar 1.5 e temperatura das células de 25 °C. Segundo (SEQUEL, 2009), estes parâmetros são:

Corrente de curto-circuito (I_{sc}): definido pelo valor máximo da corrente de carga, sendo igual à corrente gerada por efeito fotovoltaico.

Tensão de circuito aberto (V_{oc}): é o máximo valor da tensão gerada nos terminais do módulo fotovoltaico, sem carga conectada.

Ponto de máxima potência (MPP): Para cada ponto na curva I-V é gerada uma potência para aquela condição de operação. Em um módulo fotovoltaico, para cada condição climática, só existe um ponto na curva I-V onde a potência máxima pode ser atingida. Este ponto corresponde ao produtor da tensão de potência máxima e corrente de potência máxima.

Tensão de máxima potência (V_{max}): corresponde à tensão no ponto de máxima potência.

Corrente de máxima potência (I_{max}): corresponde à corrente no ponto de máxima potência.

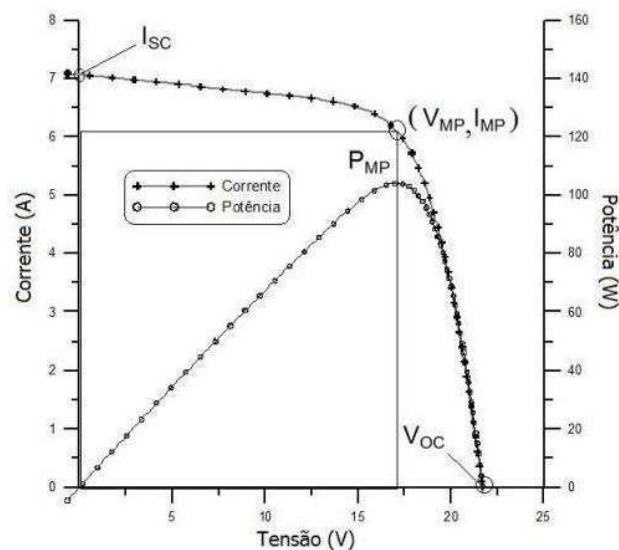
Temperatura normal de operação (NOCT): como o módulo trabalha exposto ao sol, o fabricante fornece a temperatura de operação normal da célula, medida com 1000 W/m² de potência luminosa incidente total, temperatura ambiente de 25 °C e intensidade de vento de 1m/s.

Fator de forma (FF): é definido pela relação entre a potência no MPP e o produto da corrente de curto-circuito e tensão de circuito aberto. Esta grandeza expressa quando a curva característica se aproxima de um retângulo no diagrama I-V. No tópico posterior será exposto exemplos de curvas características com a relação dos parâmetros apresentados.

3.3.2 CURVA CARACTERÍSTICA DE TENSÃO VERSUS CORRENTE

Na Figura 13 pode ser visto a curva I-V típica de uma célula fotovoltaica de Silício. Por se tratar de um gerador, fisicamente a curva I-V se situa no quarto quadrante, com a corrente no sentido inverso.

Figura 13 – Corrente em função da ddp. aplicada em uma célula fotovoltaica de silício



Fonte: (CRESEB, 2014)

Pode-se ver pela análise da Figura 13, observa-se que a potência gerada por um módulo solar fotovoltaico obedece a uma curva característica, de forma que, quando a tensão gerada aumenta, a corrente gerada diminui, e vice-versa. Tais características podem ser modificadas de acordo com variações de emissão de luz e temperatura. Logo, existe apenas um ponto na curva em que os valores de corrente e tensão serão máximos, que é ponto de máxima potência, representados respectivamente por I_{MP} , V_{MP} e P_{MP} . A máxima corrente fornecida pelo módulo fotovoltaico é a de curto-circuito (I_{sc}).

3.3.3 TEMPERATURA DE OPERAÇÃO

As células fotovoltaicas que compõem um módulo, sofrem variações de temperatura em função do nível de radiação solar incidente e temperatura ambiente. Com o aumento da temperatura da célula, a corrente de curto-circuito (I_{sc}) aumenta, enquanto a tensão de circuito aberto (V_{oc}) diminui, o que provoca consequentemente uma alteração na potência entregue pelo módulo.

Digamos que I_{sc0} e V_{oc0} são respectivamente a corrente de curto circuito e tensão de circuito aberto de uma célula na temperatura de referência T , e α e β são os respectivos coeficientes de temperatura. Se, a temperatura de operação é aumentada de um fator ΔT , Então, a nova corrente e tensão são dadas pelas equações 1 e 2:

$$I_{sc} = I_{sc0}(1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad (1)$$

$$V_{oc} = V_{oc0}(1 - \beta \cdot \Delta T) \quad (2)$$

Visto que a corrente e tensão de operação variam na mesma proporção que I_{sc} e V_{oc} , a nova expressão para a potência de saída da célula é:

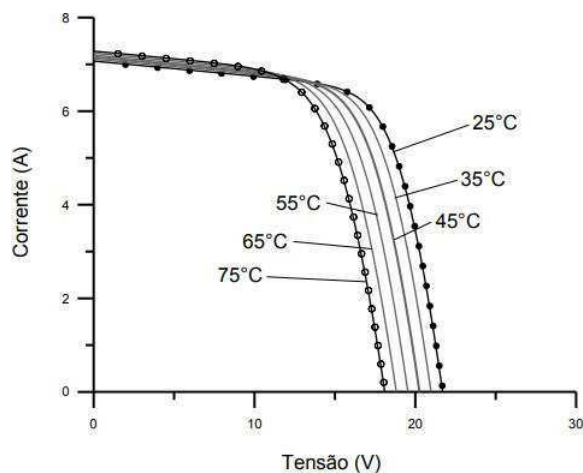
$$P = I_{sc} \cdot V_{oc} = I_{sc0}(1 + \alpha \cdot \Delta T) \cdot V_{oc0}(1 - \beta \cdot \Delta T) \quad (3)$$

Simplificando a expressão acima obtêm-se:

$$P = P_0[1 + (\alpha - \beta) \cdot \Delta T] \quad (4)$$

A Figura 14 mostra a variação de I_{sc} e V_{oc} com a temperatura, verificando-se que a tensão diminui significativamente com o aumento da temperatura enquanto que a corrente sofre uma pequena elevação.

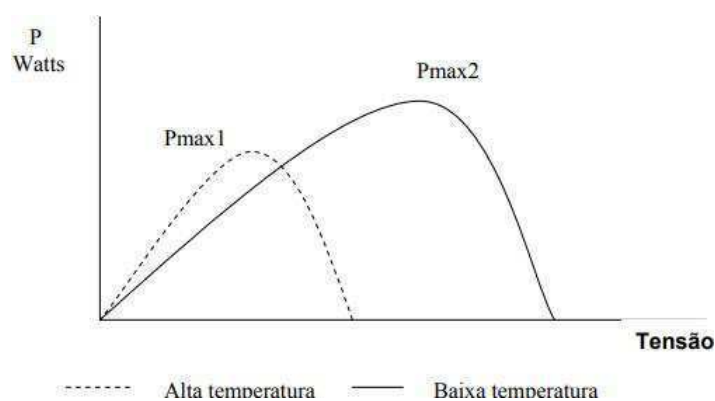
Figura 14 – Curvas I-V para diferentes temperaturas de uma célula fotovoltaica com irradiação solar constante (1000W/m^2)



Fonte: (CRESEB, 2014)

A Figura 15 mostra que a máxima potência disponível à uma baixa temperatura é maior do que à uma elevada temperatura. Entretanto, como observado na Figura, os dois pontos de máxima potência não ocorrem na mesma tensão. Para capturar o máximo valor de potência em todas as temperaturas, o sistema fotovoltaico é projetado tal que a tensão de saída do módulo V_2 é aumentada para capturar P_{max2} a uma baixa temperatura e diminuída para V_1 para capturar P_{max1} na temperatura mais alta.

Figura 15 – Efeito da temperatura na curva P-V.

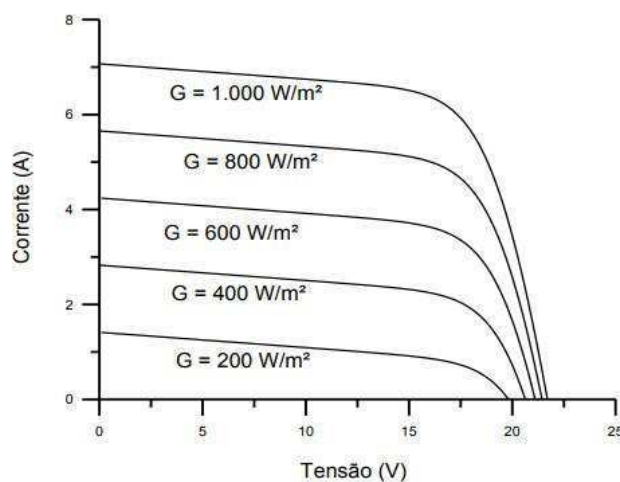


Fonte: (GEPEA-SP)

3.3.4 INTENSIDADE DA RADIAÇÃO SOLAR

A intensidade da radiação solar muda a cada instante em função da rotação da terra e sua translação ao redor do sol. Ao nível do mar, ao meio dia com céu limpo (sem nenhuma nuvem) a intensidade da radiação solar atinge um valor próximo de 1000 W/m^2 . Quando se adquire um módulo fotovoltaico de, por exemplo, 200 Wp , significa que este módulo disponibilizará 200 Watts quando incidir na superfície da terra 1000 W/m^2 . Portanto, a corrente gerada pelo módulo será máxima na incidência de radiação máxima. Com menores intensidades de radiação solar (dias nublados, por exemplo), a corrente produzida diminuirá na mesma proporção. A redução na tensão de circuito aberto (V_{ca}), no entanto é pequena. A Figura 16, apresenta a curva característica $I \times V$ de uma célula ou módulo fotovoltaico para diversas intensidades de radiação solar incidente.

Figura 16 – Curvas I-V para diferentes valores de irradiação solar, com temperatura constante a 25°C .



Fonte: (CRESEB, 2014)

É possível se obter dados de intensidade da radiação solar de determinado local através do site do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB), onde temos informações médias de cálculos da irradiação no plano inclinado referente aos meses do ano. Isso faz com que o CRESESB seja muito útil para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. No qual foi utilizado para o estudo de caso desse TCC.

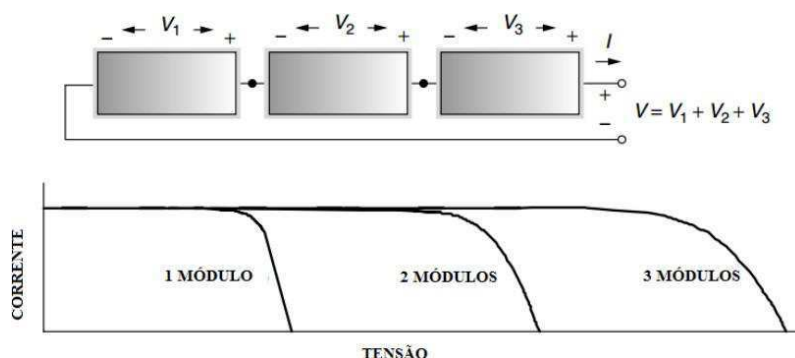
3.3.5 ARRANJO ENTRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Os arranjos são constituídos por um conjunto de módulos associados eletricamente em série e/ou paralelo, de forma a fornecer uma saída única de tensão e corrente. Dessa forma o módulo ligado em série tem a finalidade de aumentar a tensão, e em paralelo para aumentar a corrente.

Conexão em Série

Na conexão em série, as conexões dos dispositivos são feitas de um terminal positivo de um módulo a um terminal negativo do outro, sendo as curvas I-V prolongadas no eixo da tensão como pode ser visto na Figura 17. Na ligação em série a corrente não é alterada, e a tensão total será a soma da tensão dos módulos individuais (MASTERS, 2004).

Figura 17 – Conexão em série entre três módulos

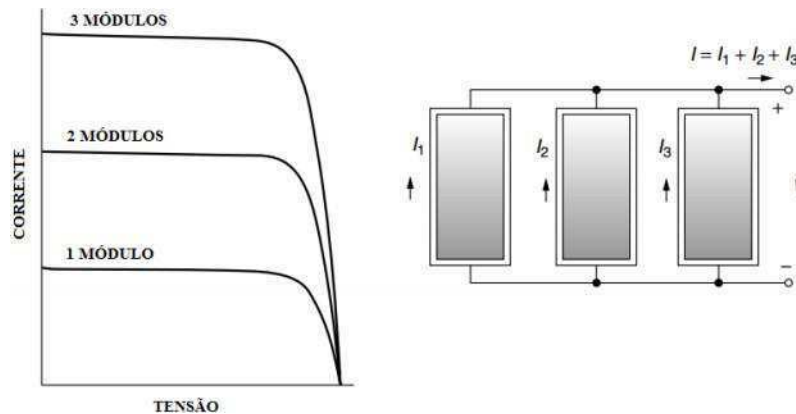


Fonte: (MASTERS, 2004)

Conexão em Paralelo

Na associação em paralelo, os terminais positivos dos dispositivos são interligados entre si, assim como os terminais negativos. As correntes elétricas são somadas, permanecendo inalterada a tensão (CRESESB, 2014). A conexão de três módulos em paralelo pode ser vista na Figura 18.

Figura 18 – Conexão em paralelo entre três módulos

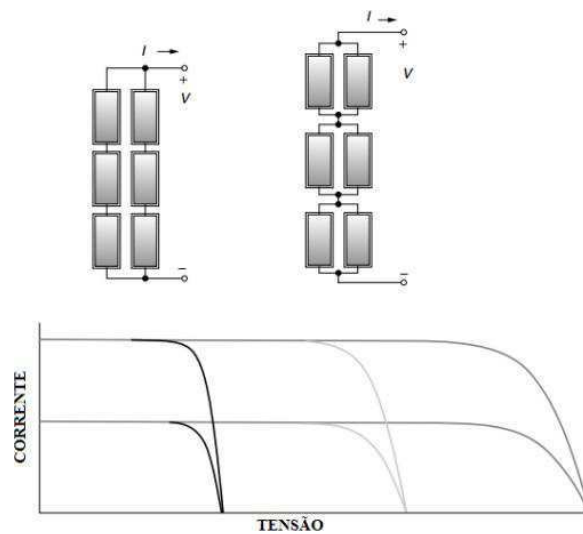


Fonte: (MASTERS, 2004)

Conexão Série-Paralelo

Para atingir uma maior potência, o arranjo consiste é uma combinação de módulos em série e em paralelo, para que a curva total $I \times V$ seja resultado da soma das curvas individuais de $I \times V$ dos módulos. Na Figura 19, pode ser visto uma sequência de módulos ligados em série, e posteriormente ligada em paralelo, ou então módulo ligados em paralelo e a seguir ligados em série (MEDEIROS, 2014).

Figura 19 – Arranjo dos módulos com sequência série ligadas em paralelo e sequência paralelo ligadas em série e gráfico da soma das curvas dos módulos.



Fonte: (MASTERS, 2004)

3.4 INVERSOR

Os inversores, também denominados de conversores CC/CA podem ser utilizados para alimentar carga isolada, assim como interligar um gerador fotovoltaico à rede, convertendo uma corrente CC em corrente CA. Para gerar esta corrente CA existe um dispositivo no inversor chamado de comutador, que cuja função é de "quebrar" a corrente contínua em pulsos. Essas deformações, que são provocados na onda devido às comutações dos interruptores do inversor, podem produzir perturbações nas células fotovoltaicas, as distorções harmônicas. Os inversores podem ser divididos em três categorias: onda quadrada, no qual seu uso não é recomendado, onda senoidal modificada, no qual é aceitável para a maioria das aplicações e onda senoidal pura, utilizada para aplicações especiais com distorção menor que 5% (BRAGA, 2008). Para os SFCRs, os inversores possuem características específicas para atender às exigências das concessionárias de distribuição e termos de segurança e qualidade da energia injetada na rede. A sua saída depende da potência, podendo ser monofásica ou trifásica. O seu funcionamento é baseado na utilização de semicondutores, chaves eletrônicas de estado sólido e o seu desenvolvimento está ligado à evolução da eletrônica de potência (CRESESB, 2014). Segundo (BRITO, 2016), os inversores de corrente possuem diversos recursos que auxiliam na proteção do equipamento, são eles:

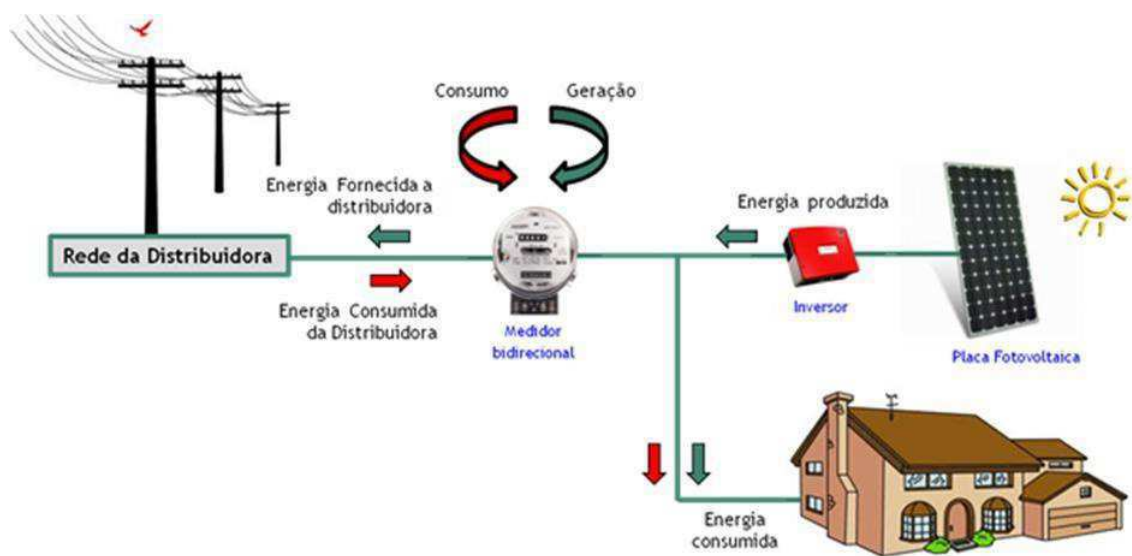
- Chave de desconexão de corrente contínua: trata-se de uma chave manual/automática que pode ser acionada para desconectar internamente os módulos fotovoltaicos do circuito inversor;
- Rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT): tem objetivo de garantir que instantaneamente os módulos operem em seu ponto de máxima potência, qualquer que seja ele, independente das condições de operação;
- Detecção de ilhamento e reconexão automática: função necessária e obrigatória nos inversores, pois garante a segurança de pessoas, equipamentos e instalações nas situações de interrupção do fornecimento de energia elétrica da concessionária. Segundo a norma da COSERN VR01.01-00.13 E VR01.001-00.12 para microgeração e minigeração, respectivamente, os inversores utilizados deverão atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 62116. A certificação do INMETRO é uma exigência para todos os inversores, porém, até que o processo de etiquetagem por parte do INMETRO

esteja consolidado, são aceitos inversores com certificados dos laboratórios internacionais autorizados pelo INMETRO.

3.5 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE (SFCR)

Os sistemas conectados à rede elétrica são aqueles em que a potência produzida pelo gerador fotovoltaico é entregue diretamente à rede elétrica, apresentando duas configurações básicas, que são sistema fotovoltaico distribuído e sistema fotovoltaico centralizado. Ambos os sistemas são caracterizados pela localização e distância do ponto de consumo, o distribuído é instalado no próprio local de consumo, ou seja, de forma integrada a uma fachada, uma edificação ou um telhado. O centralizado é uma usina geradora convencional e localiza-se distante do ponto de consumo. A Figura 20 ilustra a construção básica do SFCR, no qual o inversor converte a tensão contínua vinda do painel fotovoltaico em tensão alternada (ARAÚJO, 2014).

Figura 20 – Sistema fotovoltaico conectado à rede



Fonte: (site: solar&vento.com.br, 2019)

Para garantir a entrega da potência produzida pelo gerador fotovoltaico à rede elétrica, é indispensável que se utilize um inversor que satisfaça às exigências de qualidade e segurança, para que não ocorra redução da qualidade do sistema elétrico ao qual se interliga o gerador fotovoltaico.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Na presente seção serão apresentadas e descritas as atividades realizadas pelo estagiário, que envolveram além de engenharia elétrica, áreas como gerenciamento, gestão de pessoas, segurança do trabalho e administração.

Temos como principais atividades desenvolvidas:

- Realizar vistorias dos locais a serem instaladas as usinas;
- Dimensionamento e elaboração dos Projetos Elétricos Fotovoltaicos de micro e minigeração;
- Levantamento de materiais para realização das obras;
- Desenvolver planilhas para melhorar os processos dos projetos (check-list);
- Acompanhar o engenheiro nas obras em andamentos, ajudando a solucionar problemas encontrados no dia-a-dia.
- Realização de relatórios mensais, com análise de custos e quantidade de dias para realização das obras;
- Relatórios de monitoramento da Geração dos Clientes;

As atividades desenvolvidas durante o estágio serão analisadas com maiores detalhes nos tópicos seguintes.

4.1 REALIZAÇÃO DE VISTORIAS

A realização da vistoria é uma atividade indispensável para a realização da obra, ela possui caráter preventivo, ou seja, buscar analisar todo o local na qual será executado o sistema, a fim de registrar a existência de falhas, nas edificações, que afetem a execução da obra, tomando o cuidado à segurança de quem irá executar.

Também é nas vistorias que o estagiário olha os padrões de entrada da concessionária ao local onde será instalada a usina solar de geração distribuída para a realização do projeto. O estagiário com auxílio de um drone onde é possível ter uma visão

melhor, realizava a vistoria aérea do local da instalação para observar se tem espaço suficiente para a instalação dos painéis, também quando necessário era feita as medidas com a utilização de trenas e também era obtida a inclinação dos telhados. O estagiário analisava o melhor local para se colocar o inversor, stringbox, e quadros de proteção da parte contínua e alternada, e aterramento.

4.2 PROJETO ELÉTRICO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

O estagiário era responsável por todo o processo do projeto à concessionária, realizando as seguintes etapas:

- Tirar a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), pegar a assinatura do cliente e do engenheiro responsável pela ART;
- Elaborar parecer de acesso, utilizando o modelo da resolução;
- Memorial descritivo;
- Dimensionamento e elaboração do Projeto, incluindo diagrama, unifilar, multifilar, e arranjo dos painéis;
- Entrada do projeto junto a concessionária;
- Solicitação de vistoria à concessionária.

Colocar figuras de projeto

Modelo de parecer

Modelo de memorial

Tabela de dimensionamento

4.3 LEVANTAMENTO DE MATERIAIS PARA OBRAS

O estagiário realizava o levantamento do que seria necessário para cada obra a ser executada, com a ajuda do almoxarife da empresa para deixar reservado todos os materiais. Caso fosse necessário, realizar a cotação junto a empresas para o engenheiro responsável comprar os materiais necessários.

Após ser realizado o projeto fotovoltaico, já era possível separar os materiais:

Parte de Montagem:

- Quantidade de Painéis
- Apoios
- Trilhos
- Centrais
- Finais
- Parafusos

Parte Elétrica:

- Inversor
- Disjuntores
- DPS's
- Quadros
- Stringbox
- Condutores
- Eletrodutos

Figura 21 – Apoio para trilhos, centrais e finais



Fonte: (O próprio autor)

Figura 22 - Trilho



Fonte: (O próprio autor)

4.4 ACOMPANHAMENTO DAS OBRAS

Periodicamente o estagiário junto ao supervisor, acompanhava as obras em andamentos, nessas visitas as obras era possível ver na prática tudo que foi projetado na empresa, além de poder tirar algumas dúvidas técnicas que apareciam em campo, este acompanhamento também permitia avaliar os funcionários que atuavam em determinadas obras, e ver os desempenhos, para obtenção das metas submetidas. Com o projeto em andamento também era possível tomar algumas decisões que não foi possível ser visto apenas com a vistoria.

O estagiário também ficou responsável em monitorar e alertar os funcionários que não estavam utilizando dos equipamentos de proteção individuais ou coletivos, como por exemplo:

Equipamentos de Proteção Individuais (EPI's):

- Capacetes;
- Cintos-Paraquedistas para trabalho em altura;
- Botas;
- Luvas;
- Óculos;
- Balaclava;

Equipamentos de Proteção Coletivos (EPC's):

- Sinalização do local de trabalho;
- Linha de vida;
- Escada ancorada;

Figura 23 – Local de trabalho sinalizado



Fonte: (O próprio autor)

Figura 24 – Utilização de EPI's



Fonte: (O próprio autor)

4.5.2 RELATÓRIOS MENSAIS

Tomando como referência os relatórios de obras, no fim do mês se tinha um balanço mensal de todas as obras que foram realizadas, esse relatório era apresentado a diretoria, pontuando se no mês tiveram alguns contratempos.

Da mesma forma constava nos relatórios mensais:

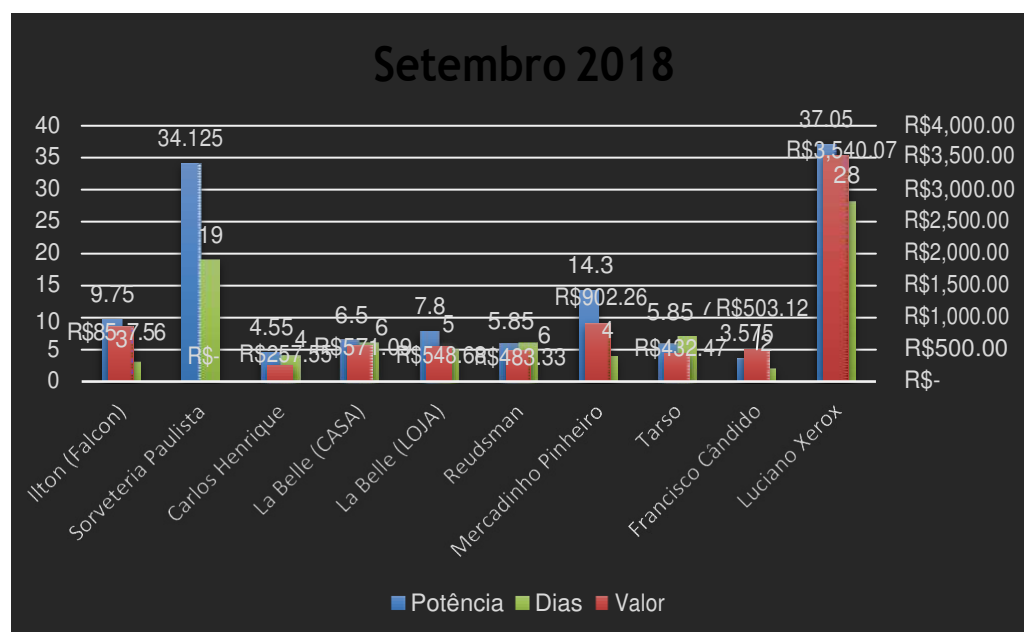
- Quantidades de obras realizadas no mês;
- Dias por obras;
- Custo das Obras;

Figura 26 – Tabela com dados das usinas instaladas no mês de setembro.

SETEMBRO	CLIENTE	POTÊNCIA	CUSTOS EXTRAS	PERÍODO	DIAS
47	Ilton (Falcon)	9,75	R\$ 857,56	30/08/18 - 03/09/18	3
48	Sorveteria Paulista	34,125	OK	18/09/18 - 06/11/18	19
49	Carlos Henrique	4,55	R\$ 257,55	06/09/18 - 12/09/18	4
50	La Belle (CASA)	6,5	R\$ 571,09	14/09/18 - 21/09/18	6
51	La Belle (LOJA)	7,8	R\$ 548,68	19/09/18 - 25/09/18	5
52	Reudsman	5,85	R\$ 483,33	12/09/18 - 20/09/18	6
53	Mercadinho Pinheiro	14,3	R\$ 902,26	24/09/18 - 01/10/18	4
54	Tarso	5,85	R\$ 432,47	27/09/18 - 04/10/18	7
55	Francisco Cândido	3,575	R\$ 503,12	18/09/18 - 20/09/18	2
56	Luciano Xerox	37,05	R\$ 3.540,07	01/08/18 - 09/10/18	28
		TOTAL	R\$ 8.096,13		

Fonte: (O próprio autor)

Figura 27 – Gráfico das usinas instaladas em setembro 2018

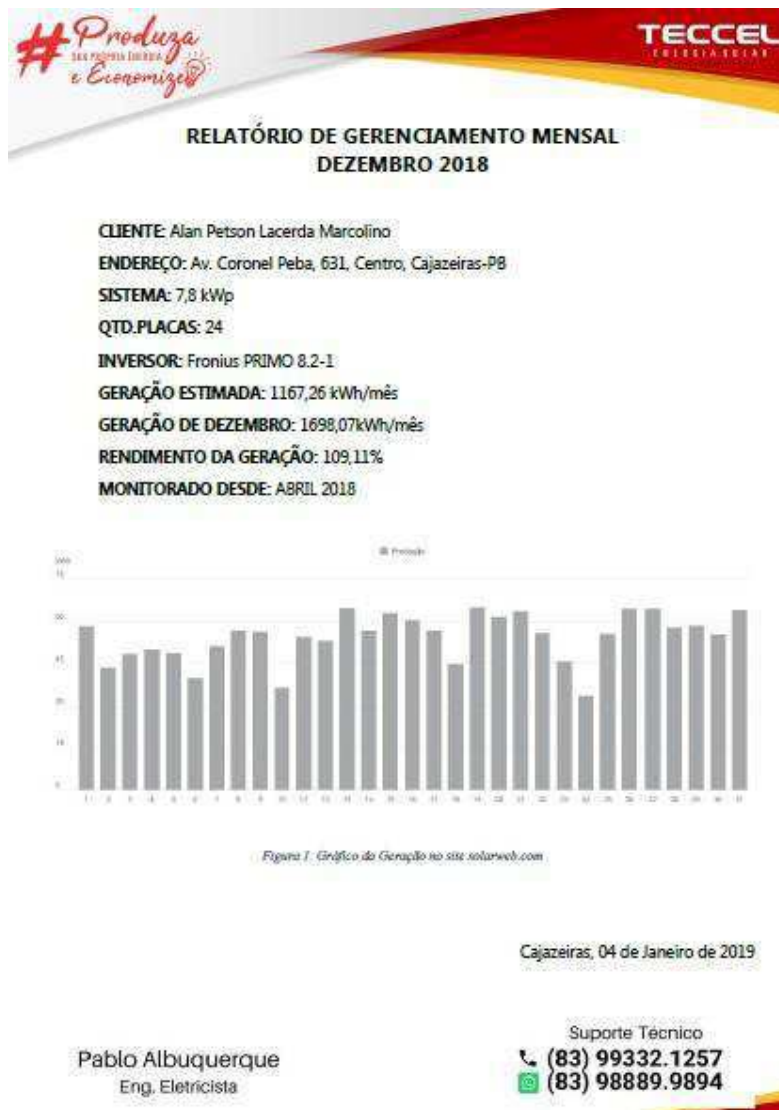


Fonte: (O próprio autor)

4.5.3 RELATÓRIOS DE GERAÇÃO MENSAL DOS CLIENTES

Ao fim de cada mês o estagiário realizava um relatório mensal, da geração dos clientes, fazendo um levantamento do que foi prometido em contrato e fazendo um comparativo com o que foi gerado, assim os clientes tinham um controle de que seu sistema estava funcionando corretamente;

Figura 28 – Relatório de Gerenciamento Mensal



Fonte: (O próprio autor)

5 CONCLUSÃO

Este relatório teve como objetivo relatar as atividades realizadas durante o estágio do graduando em engenharia Elétrica Mike de Albuquerque Rocha no setor de energia solar da empresa TECCEL Tecnologia da Construção Civil e Elétrica localizado na cidade de Cajazeiras-PB.

O estágio é um processo de aprendizagem indispensável à formação do estudante que deseja enveredar através do mercado de trabalho. Além de apresentar a prática da teoria vista na universidade, dando um pouco de noção de como é o dia a dia do engenheiro eletricitista.

O estágio mostrou-se bastante produtivo para o estagiário, permitindo um vasto aprendizado teórico e prático na área de geração distribuída em sistemas fotovoltaicos. O estágio também é um momento propício para refinar e desenvolver características pessoais à medida que obtemos um contato com profissionais experientes e de áreas distintas. Isso proporciona que o estagiário adquira maturidade e senso crítico para avaliar e tomar decisões mais assertivas.

Por fim, pode-se concluir que o objetivo primário do estágio foi atingido, sendo não só uma oportunidade de atuação no mercado de trabalho e consolidar conhecimentos acadêmicos, mas também contribuindo significativamente para o crescimento e formação de um profissional de Engenharia Elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRESESB: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. **MANUAL DE ENGENHARIA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.** Rio de Janeiro: 2014. 530f.

CASTRO, M.G.R., **Introdução à Energia Fotovoltaica.** UTL, Lisboa, 2002.

Global Solar Atlas. Disponível em: < [https://openei.org/wiki/Solar_and_Wind_Energy_Resource_Assessment_\(SWERA\)](https://openei.org/wiki/Solar_and_Wind_Energy_Resource_Assessment_(SWERA)) >. Acesso em Fevereiro de 2018.

ENERGIA SOLAR – PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES. DISPONÍVEL EM: < <HTTP://WWW.CRESESB.CEPEL.BR>>. ACESSO EM FEVEREIRO DE 2018.

BESERRA, Amanda Santiago. **APLICAÇÃO DO MÉTODO DA INSOLAÇÃO PARA ANÁLISE E ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO/Amanda Santiago Beserra.** - 2016. 58f.:il.

PINHO, J.T.; GALDINO, M.A., et al. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** CEPEL – CRESESB, Rio de Janeiro, 2014.

Solar Web. Disponível em: < <https://www.solarweb.com/PvSystems/Widgets> >. Acesso em Dezembro de 2018.

ANEEL, **Resolução Normativa N° 482,** 2012.

ANEEL, **Resolução Normativa N° 687,** 2015.