



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



Relatório de Estágio Supervisionado SolGera Energia Solar

Jefferson de Albuquerque Barbosa
Matrícula: 113.111.117

Campina Grande, PB
Abril de 2019

Jefferson de Albuquerque Barbosa

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à coordenação do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de concentração: Processamento de Energia

Orientador: Edmar Candeia Gurjão

Campina Grande, PB

Abril de 2019

Jefferson de Albuquerque Barbosa

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à coordenação do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Luis Reyes Rosales Montero
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Edmar Candeia Gurjão
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Dedico este trabalho, primeiramente, a minha mãe Ericleide Maria, “In Memoriam”, mulher forte e que sempre lutou para criar seus filhos sozinha, o apoio para todas as horas, o meu exemplo e inspiração, a pessoa a quem devo o que sou e sem a qual não seria possível ter chegado até aqui.”

Ao meu avô materno Domingos Vicente, “In Memoriam”, homem de caráter e persistência inquestionáveis, a quem considero como único e verdadeiro pai.”

“À minha noiva, Suzana Cinthia, que com sua paciência disfarçada consegue me aturar e esperar por tanto tempo, sempre me apoiando e me incentivando a seguir em frente”.

“A meu irmão, João Victor, amigo para todos os momentos, demais familiares e amigos, com quem compartilhei meus lamentos e nunca deixaram de me ouvir.”

AGRADECIMENTOS

Ao professor Edmar Gurjão, meu orientador e sem dúvidas uma das pessoas mais admiráveis que conheci durante a graduação. Cuja dedicação ao ensino é motivo de inspiração e admiração.

Ao professor Luis Reyes que se comprometendo em adiantar as atividades da disciplina de Máquinas Elétricas permitiu que este estágio fosse possível.

Ao meu supervisor em campo e primo, Joalison Guedes, que gentilmente ofereceu esta oportunidade de crescimento profissional.

E aos meus tios, que mesmo não me conhecendo, me acolheram em sua casa durante o período de realização do estágio.

“Jamais o Sol vê a sombra” (Leonardo da Vinci)

RESUMO

O mercado de geração distribuída, especialmente o de energia solar fotovoltaica tem experimentado um crescimento significativo nos últimos anos, em decorrência principalmente do barateamento dos painéis fotovoltaicos e dos inversores de frequência. Os incentivos dados pelos governos estaduais através da isenção do ICMS sobre os kits de geração solar fotovoltaicos associado ao valor crescente do custo da energia elétrica fornecida pelas concessionárias, também são fatores que contribuíram para a popularização desta modalidade de geração de energia. Portanto em um nicho de mercado cada vez mais em desenvolvimento e com bastante condições favoráveis para crescer torna-se essencial para um engenheiro eletricista ter conhecimento teórico e prático na área. Este trabalho traz de maneira sucinta e concisa as atividades que foram feitas no decorrer do período de estágio na empresa SolGera Energia Solar, com sede na cidade de Patos, na Paraíba, pormenorizando as nuances de cada atividade, de modo que fique demonstrado a sua importância para o desenvolvimento pessoal e sobretudo profissional do estagiário. Levando leitor a observar o dia-a-dia do desenvolvimento dos projetos de geração distribuída, desde sua concepção à implantação.

Palavras-chave: Geração Distribuída; Geração Solar Fotovoltaica; SolGera; Estágio; Desenvolvimento Profissional.

ABSTRACT

Distributed generation market, especially photovoltaic solar energy, has experienced a significant growth, in latest years, mainly due to the price reduction of photovoltaic panels and frequency inverters. The incentives provided by the government, as the exemption of ICMS on photovoltaic solar generation kits, associated with the increasing value of the cost of electricity supplied by the concessionaires are also factors that contributed to the popularization of this modality of energy generation. Therefore, in an increasingly developing market niche and with enough favorable conditions to grow it becomes essential for an electrical engineer to have practical and theoretical knowledge in the field. This work briefly and concisely summarizes the activities that were carried out during the internship period at the company SolGera Energia Solar, headquartered in the city of Patos, Paraíba, describing the details of each activity, to demonstrate its importance for the personal and above all professional development of the trainee. Leading the reader to observe the day-to-day development of distributed generation projects from conception to deployment.

Keywords: Distributed Generation; Photovoltaic Solar Generation; SolGera; Internship; Professional development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1: Evolução Anual da Geração Solar	19
Figura 2.2: Tempo de Atuação das Empresas do Ramo	20
Figura 2.3: Tempo de Atuação dos Integradores	21
Figura 2.4: Tempo de Atuação dos Integradores	22
Figura 2.5: Percentual das Empresas por Unidade Federativa (N=690)	22
Figura 2.6: Perfil de Alumínio	25
Figura 2.7: Grampo Final	26
Figura 2.8: Grampo Intermediário	26
Figura 2.9: Gancho Ajustável - Estrutura para Fixação em Telhado Cerâmico	27
Figura 2.10: Cantoneira de Alumínio - Telhado de Fibrocimento	28
Figura 2.11: Suporte para Laje (a) Dianteiro, (b) Traseiro	28
Figura 2.12: Esquema de Montagem Usando os Suporte para Laje	29
Figura 2.13: Estrutura Utilizada para Instalação Sobre o Solo	29
Figura 3.1: Equipe SolGera	35
Figura 3.2: Disposição dos Quadros e do Inversor na Parede	38
Figura 3.3: Estimativa de Geração de um Sistema Instalado em um Motel	39
Figura 3.4: Percentual de Perdas por Sombreamento no Telhado Sul de um Sistema a ser Montado em Santa Gertrudes, Patos - PB	41
Figura 3.5: Disposição dos Painéis Sobre Telhado de Alvenaria, Bairro Maternidade, Pato-PB	42
Figura 3.6: Fotos Tiradas da Cobertura de uma Fábrica, Malta-PB	43
Figura 3.7: Registro da Evolução da Execução de um Sistema Fotovoltaico em Laje, Centro, Patos-PB, (a) Lado Norte (b) Lado Sul	44
Figura 3.8: Registros da Evolução da Obra no Motel, Patos-PB	46
Figura 3.9: Aspecto Geral da Planta de Situação Contendo as Colunas de Concreto e a Estrutura Metálica Usada no Suporte do Projeto para o Motel, Patos-PB	47
Figura 3.10: Antes e Depois de Algumas Abas da Planilha de Orçamento	49
Figura 3.11: Aba de Cadastro de Dados da Planilha de Gerenciamento de Clientes	50
Figura 3.12: Aspecto da Aba Principal da Planilha de Gerenciamento de Estoque	51
Figura 3.13: Gráfico Gerado Pela Planilha de Gerenciamento de Estoque	52
Figura 3.14: Parte Inicial do Formulário de Visita Técnica	53
Figura 3.15 Interface Principal do QElectrotech	54

Figura 3.16:Interface do AutoCAD 2015, Contendo parte do Desenho da Subestação Aérea, do item 3.1.7	55
Figura 3.17: Interface Principal do Google Sketchup 8	56
Figura 3.18: Interface da saída de dados do Radasol	57
Figura 3.19: Interface Principal do PVSOL 7.5.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHK	Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
a-si	Silício Amorfo
CA	Corrente Alternada
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CC	Corrente Contínua
CdTe	Telureto de Cádmio
CIS	Disseleneto de Cobre e Índio
CIGS	Disseleneto de Gálio, Cobre e Índio
CRESESB	Centro de Referência Sérgio de Salvo Brito
GD	Geração Distribuída
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EBO	Energisa Borborema
EPB	Energisa Paraíba
HSP	Horas de Sol Pleno
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
Ideal Latina	Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina
IEA	<i>International Energy Agency</i>
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
LABSOL	Laboratório de Energia Solar
m-si	Silício Monocristalino
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
NDU	Normas de Distribuição Unificadas
PCH	Pequena Central Hidroelétrica
PRODIST Nacional	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
p-si	Silício Policristalino
REIDI	Regime Especial de Investimentos de Infraestrutura
REN	Resolução Normativa
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão

UC	Unidade Consumidora
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VBA	<i>Visual Basic Applications</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 A EMPRESA	16
1.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 RADIAÇÃO SOLAR.....	17
2.2 MERCADO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA.....	18
2.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS DO SISTEMA.....	24
2.2.1 PAINÉIS SOLARES	24
2.2.2 SUPORTES DE FIXAÇÃO	25
2.2.3 INVERSOR DE FREQUÊNCIA.....	30
2.2.4 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO.....	30
2.4 NORMAS E REGULAMENTOS	31
3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	34
3.1 PROJETOS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	35
3.1.1 PROJETO ELÉTRICO.....	36
3.1.2 PREENCHIMENTO DE DOCUMENTOS	38
3.1.3 ESTUDOS DE SOMBREAMENTO	39
3.1.4 DISTRIBUIÇÃO DOS PAINÉIS	41
3.1.5 VISITAS A CAMPO.....	42
3.1.6 SISTEMAS INSTALADOS NO SOLO	44
3.1.7 OUTROS PROJETOS	47
3.2 DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE CONTROLE.....	48
3.2.1 APRIMORAMENTO DE PLANILHAS.....	48
3.2.2 AUTOMATIZAÇÃO DO CADASTRO DE CLIENTES	50
3.2.3 CONTROLE DE ESTOQUE	51
3.2.4 FORMULÁRIO DE VISITA TÉCNICA.....	52
3.2.5 MANUAL DO USUÁRIO	53
3.3 SOFTWARES UTILIZADOS	54
3.3.1 QELETROTECH.....	54
3.3.2 AUTOCAD	54
3.3.3 GOOGLE SKETCHUP	56
3.3.4 RADIASOL.....	57
3.3.5 PVSOL.....	57
3.3.6 MICROSOFT VISIO	58

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
3.5 SUGESTÕES	59
CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A – Diagrama Unifilar da Instalação do Gerador Fotovoltaico do Motel, que Foi Citado nas Figuras 3.3, 3.8 e 3.9	64

1 INTRODUÇÃO

Parafraseando o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), geração distribuída ou, abreviadamente GD, é o termo utilizado para nomear a geração de energia próximo à unidade consumidora, sendo que esta geração pode ser feita, a partir de diversas maneiras, como:

- Co-geradores;
- Geradores à biomassa;
- Geradores de emergência;
- Geradores para horário de ponta;
- Painéis fotovoltaicos;
- Pequenas centrais hidroelétricas (PCHs).

Sua grande vantagem, em relação a geração centralizada, é a minimização das perdas acarretadas pelas longas linhas de transmissão, necessárias para o escoamento da energia gerada, bem como na redução do investimento nesses sistemas de transmissão.

Dentro do contexto de geração distribuída, a fonte que mais se destaca, é geração solar fotovoltaica. Como apontam dados disponíveis no portal da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a modalidade fotovoltaica responde por 614.398,25 kW, dos 725.950,45 kW de potência instalada de geração distribuída no Brasil¹, isto é, respondendo por, cerca de, 84,6 % da potência, atualmente instalada. No Estado da Paraíba a potência instalada, em usinas de geração distribuída, chegou a 12.079,78 kW, sendo essa potência constituída, essencialmente, de unidades solares fotovoltaicas².

Essa predominância de sistemas solares fotovoltaicos em geração distribuída, associada a isenção fiscal do Estado e a norma da ANEEL que estabeleceu o sistema de compensação de créditos (REN 482/2012), atualmente em revisão, gerou um nicho de mercado bem promissor, e é nessa ceara que a empresa cedente do estágio atua.

1 Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp>, acesso em: 24/02/2019

2 De fato, após uma busca na base de dados da ANEEL, foi identificada apenas uma usina de geração distribuída, cuja fonte de energia não é a radiação solar, mas sim eólica, sendo essa localizada na cidade de Lagoa Seca, e possuindo uma potência instalada de apenas 2,4 kW.

1.1 A EMPRESA

A Solgera Energia Solar tem sede na cidade de Patos, no sertão da Paraíba, e foi fundada em 2016, pelo engenheiro eletricitista Joálison Guedes, que atua a quase uma década no setor de energias renováveis, tendo este prestado serviço a multinacionais e entregue vários projetos de usinas de geração elétrica, ao longo de suas passagens por tais empresas.

A empresa é especializada em projetos e instalações de sistemas de geração distribuída, baseada em tecnologia solar fotovoltaica, focando em sistemas conectados à rede de distribuição da concessionária, sendo pioneira na instalação de tais sistemas na região de Patos.

Em três anos, já projetou mais de 50 sistemas, atuando principalmente no estado da Paraíba, porém instalou sistemas também em Pernambuco e no Rio Grande do Norte.

1.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo 1, foi mostrado os aspectos introdutórios que motivaram o estágio na área, bem como uma breve apresentação da empresa em que o mesmo foi feito.

No capítulo 2, será apresentado a fundamentação teórica sobre temas pertinentes ao estágio, situando o leitor no contexto em que o mesmo transcorreu, sendo abordados aspectos conceituais sobre energia solar fotovoltaico, aspectos elétricos das instalações, aspectos mecânicos, tais como tipos de estruturas e etc, sempre que possível traçando um paralelo entre a teoria apresentada e as observações práticas feitas durante o período de estágio. Ainda será abordado a parte de normatização, mais especificamente a REN 482/2012 e sua atualização, o módulo 3 do PRODIST e as normas da concessionária Energisa Paraíba, concessionária na qual se insere a maior parte das instalações feitas pela empresa.

No capítulo 3 serão descritas as atividades realizadas no período de estágio, detalhando na medida do possível os projetos executados e os trabalhos desenvolvidos.

No capítulo 4 faz-se uma análise conclusiva e crítica sobre as atividades desenvolvidas, destacando os resultados de cada uma, a importância dentro da empresa, e finalmente o que poderia ter sido feito para melhorar a execução das mesmas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo abordará aspectos teóricos sobre o tema do trabalho, em especial aqueles sobre o projeto de sistemas de geração solar on-grid e sobre os procedimentos para sua ligação ao sistema de distribuição da concessionária.

Alguns pontos são essenciais para entender o projeto de sistemas solares on-grid, ou conectados à rede e esses pontos exigem a observância de uma série de fatores, como local da instalação dos painéis, tipo de telha, ou terreno, tipo de estrutura de sustentação do telhado, caso seja pertinente, desvio azimutal da superfície, entre outros.

Porém, observou-se que o dimensionamento do sistema, está condicionado essencialmente a quatro fatores, o primeiro e mais importante, a carga que o mesmo alimentará, ou seja, ao consumo do cliente; o segundo a localização do sistema, e portanto o nível de radiação que o mesmo será submetido; o terceiro, as características da superfície onde serão instalados os painéis; e o quarto, o sombreamento ao qual o sistema estará submetido após instalado. Estes fatores permitem uma avaliação preliminar do sistema a ser proposto que poderá ser melhor estudado, antes de ser apresentado ao cliente.

Para começar a discussão será abordado a radiação solar e os fatores que influenciam a sua disponibilidade, em seguida será feita uma breve introdução sobre os principais componentes do sistema fotovoltaico on-grid, finalizando esta fundamentação teórica com comentários sobre as normatizações da Aneel e do grupo Energisa, a respeito de geração distribuída e sistema de compensação por créditos, o chamado “*net-metering*”.

2.1 RADIAÇÃO SOLAR

Antes de mais nada cabe definir o que seria a radiação solar, o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), traz a seguinte definição:

O termo “radiação Solar” é usado de forma genérica e pode ser referenciado em termos de fluxo de potência, quando é especificamente denominado de irradiância solar, ou em termos de energia por unidade de área, denominado, então, de irradiação solar. (CRESESB, 2014, p. 70).

Sendo que a radiação que atinge a superfície terrestre, é atenuada devido a fatores **astronômicos**, que dizem respeito a posição do Sol em relação a Terra; e fatores **físicos**, que

estão relacionados ao espalhamento e absorção da radiação solar, no percurso entre o topo da atmosfera e a superfície, conforme é discutido em Pereira *et al.* (2017).

A radiação solar varia sensivelmente com a posição, em relação ao norte, que o gerador é montado, essa posição é quantificada usando um parâmetro chamado de **ângulo azimutal da superfície**, que segundo o CRESESB (2014), trata-se do ângulo entre a projeção normal ao plano da superfície e o plano horizontal Norte-Sul. Pereira *et al.* (2017), acrescenta que o seu valor situa-se entre -180° a 180° , sendo positivo no sentido horário a partir do Norte Geográfico.

2.2 MERCADO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

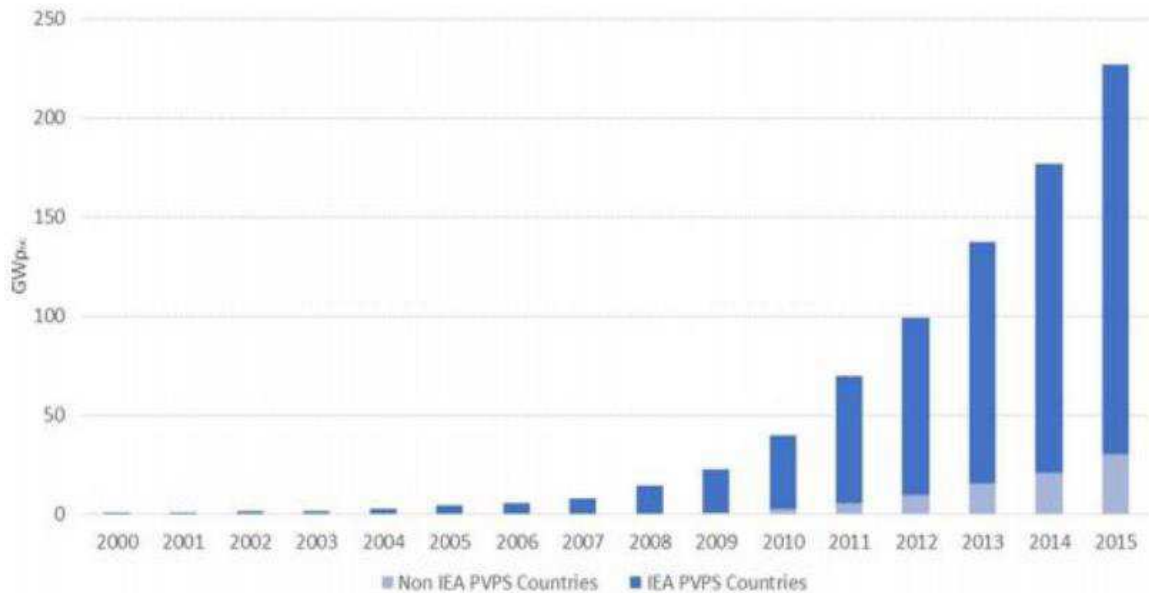
O efeito fotovoltaico, fora descoberto em 1839 por Edmond Becquerel, sendo as primeiras células de silício monocristalino com eficiência de 6%, desenvolvidas apenas em 1954, por Chapin e Reynold. O alto custo dos células de silício, além de inviabilizarem, em um primeiro momento, a produção em massa dos módulos fotovoltaicos, levaram à busca por matérias mais baratas, fomentando as pesquisas em células com tecnologias diferente como as de películas finas, além do surgimento de células em silício policristalino e células orgânicas.

Com a melhora na eficiência das células de silício cristalino, chegou-se a um equilíbrio, em termos de eficiência e custo, com a célula de silício policristalino, sendo que em 2015, 80 % das células fabricadas eram de silício cristalino (monocristalino e policristalino), conforme aponta Silva (2015).

O mercado mundial de energia solar fotovoltaico remete a um passado, relativamente próximo. De fato, embora o Sol seja a maior fonte de energia disponível na Terra, o mercado de energia elétrica fotovoltaica só começou a se aquecer a partir da década de 1980, conforme comenta Gazoli (2011) em sua tese, porém esse aquecimento deu-se ainda de maneira incipiente, devido essencialmente ao alto custo do sistema.

Somente a partir de 2003 a geração solar fotovoltaica começou a crescer de maneira expressiva, como aponta dados da Agência Internacional de Energia (IEA) trazidos no gráfico apresentado por Nascimento (2017) e reproduzido na figura 2.1, a seguir:

Figura 2.1: Evolução Anual da Geração Solar



Fonte: Nascimento (2017)

O autor ainda observa que a taxa anual de crescimento da energia solar fotovoltaica, entre os anos de 2000 à 2015, foi de 41% ao ano. A Greener³ (2016a), acrescenta ainda que, dados da IEA estimam que em 2050, cerca de 10%, da matriz energética mundial, será representada pela energia solar fotovoltaica, sendo 60 % dessa correspondente à geração distribuída.

No Brasil o mercado de energia solar fotovoltaica tem estado em expressiva expansão, dados do Ministério de Minas e Energia, trazidos por Nascimento (2017), apontam que em 2016, o Brasil possuía 81 MWp de energia solar fotovoltaica, sendo 24 MWp de geração centralizada e 57 MWp de geração distribuída, que na época representava cerca de 0,05% da matriz elétrica brasileira. Atualmente, somente em geração distribuída a potência instalada supera os 860 MWp⁴, contando com um total de 71.179 sistemas instalados e 95.416 unidades consumidoras recebendo crédito, um aumento de pouco mais de 1500% na geração distribuída em apenas 3 anos.

Um trabalho do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Ideal) em parceria com a Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha (AHK), publicado em 2017, e intitulado “O mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaico”, é bem interessante, por trazer um panorama completo do mercado de energia. Trata-se de uma

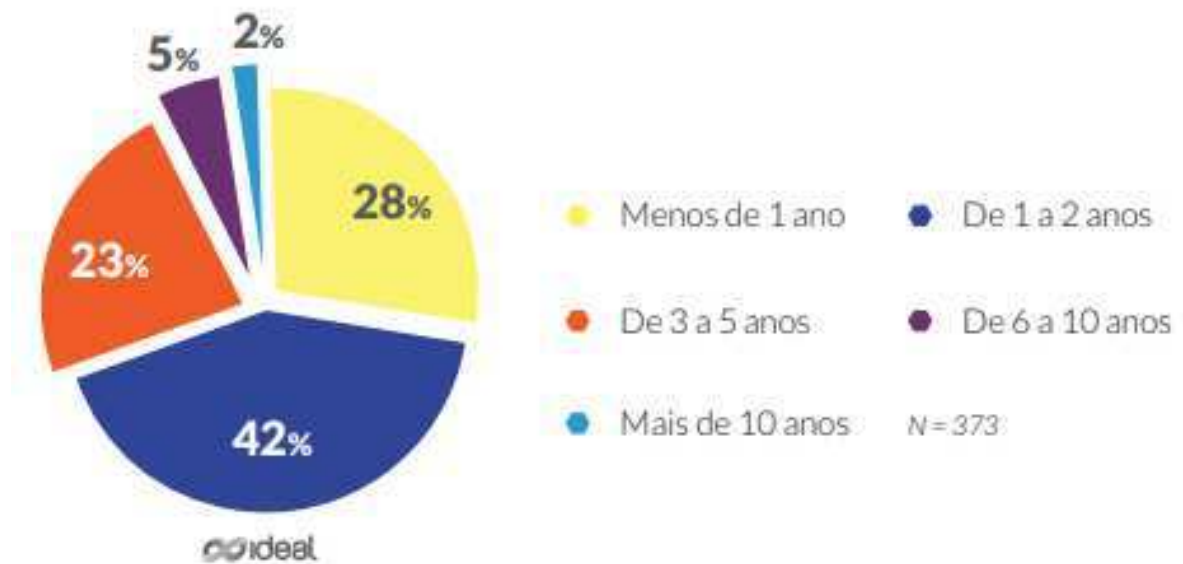
³ A Greener é uma empresa de Pesquisa e Consultoria especializada no setor de energia solar fotovoltaica, alguns dados de suas pesquisas de mercado, podem ser acessados gratuitamente em seu portal, mediante cadastro.

⁴ Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp>. Acesso em: 28/04/2019

pesquisa de mercado, baseada em questionário eletrônico, da qual participaram 373 empresas do ramo.

Dentre alguns pontos, apresentados no estudo, ficou evidente o quão prematuro era o desenvolvimento do mercado, fato evidenciado na quantidade de empresas com menos de 2 anos de fundação, que respondiam por 60 % das participantes.

Figura 2.2: Tempo de Atuação das Empresas do Ramo



Fonte: Ideal et al (2017)

A Greener (2016b) traz uma pesquisa similar, porém limitada às empresas chamadas integradoras, ou ao mercado de integradores⁵. A pesquisa é do ano anterior àquela do Instituto Ideal e engloba uma amostragem menor, apenas 40 empresas, porém o resultado, também mostra o prematuro estágio de desenvolvimento do mercado, naquela época. Como poderá ser observado na figura 2.3 na página seguinte.

⁵ [...] o integrador fotovoltaico desempenha um papel de fundamental importância no desenvolvimento do setor. Afinal ele representa o elo de ligação entre os fabricantes, distribuidores e o cliente final.” (Greener 2016b, p.7)

Figura 2.3: Tempo de Atuação dos Integradores



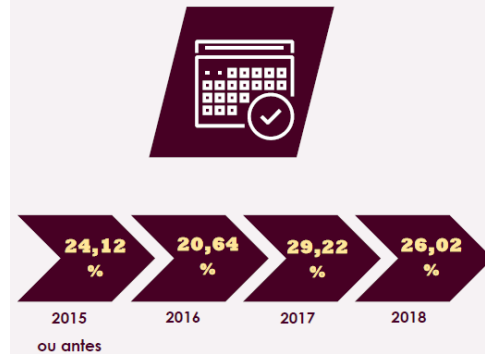
Fonte: Greener (2016b)

Outro fato interessante, apontado pelos estudos de mercado supracitados, é a respeito da distribuição dessas empresas pelas regiões brasileiras, o que chama a atenção é que as mesmas concentram-se nas regiões Sul (24 %) e Sudeste (48 %), regiões de menor incidência solar, dados do Instituto Ideal. Os dados da Greener (2016b) apontam percentuais um pouco diferente, porém ainda indicam tal predominância de empresas nas regiões ao sul do país e explana de maneira bem curta, porém precisa, o motivo dessa distribuição: “[...] o potencial das regiões Norte e Nordeste é subestimado em favor de se atuar nas regiões com maior disponibilidade financeira. [...]” (Greener 2016b, p.10).

Atualmente o cenário é bem mais otimista, dados da Greener (2019) apontam que já passam de 6.000 integradores, sendo que o faturamento estimado, em 2018, superou os 4,0 bilhões de reais. A pesquisa de mercado, trazida por Greener (2019), fora feita de maneira similar às já comentadas, sendo entrevistadas 760 empresas integradoras, das quais 690 tiveram suas respostas validadas, o período da pesquisa foi de 3 de dezembro de 2018 à 9 de janeiro de 2019, portanto denota bem o comportamento atual do mercado.

Quanto ao tempo de atuação das empresa, nota-se que muitas ainda são novas no mercado, com menos de 2 anos, como pode ser verificado no gráfico da figura 2.4.

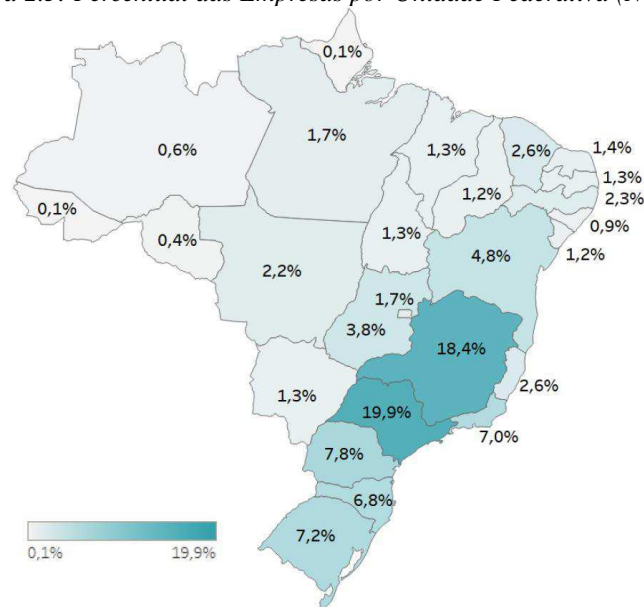
Figura 2.4: Tempo de Atuação dos Integradores
Início das atividades de
Empresas entrevistadas
 por ano



Fonte: Greener (2019)

A figura 2.4 ilustra que a expansão do mercado ainda continua forte, de fato a Greener (2019) estima que as empresas integradoras saltaram de 1620 em Junho de 2017 para cerca de 6000 em janeiro de 2019. A distribuição destas empresas dentro das unidades federativas, no entanto, não sofreu mudanças expressivas, apenas nota-se uma tendência de migração para as regiões Nordeste e Centro-oeste, porém o Sul e Sudeste ainda concentram a maior parte delas, como pode ser observado na figura 2.5. O Estado de Minas Gerais é aquele que concentra o maior número de empresas, seguido de São Paulo e Rio de Janeiro.

Figura 2.5: Percentual das Empresas por Unidade Federativa (N=690)



Fonte: Greener (2019)

Um dos fatores que levaram ao crescimento mais rápido dos sistemas solares fotovoltaicos, nos últimos anos, especialmente de 2012 para cá, foram os incentivos por parte dos governos. Nascimento (2017) lista uma série de incentivos que eram dados, até a data de publicação de seu trabalho, entre eles destaca-se:

- Descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD);
- Venda direta à consumidores especiais;
- Sistema de compensação de energia (REN 482/2012);
- Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Infraestrutura (REIDI);
- Redução do impostos de renda;
- Condições diferenciadas de financiamento;
- Isenção do ICMS;
- Etc.

No tocante aos incentivos para geração distribuída, observa-se o seguinte: “O modelo de net-metering estabelecido pela Resolução ANEEL nº 482, de 2012, representa a principal política de incentivo à instalação de geração distribuída no país.” (Nascimento 2017, p. 31).

Basicamente, dois são os sistemas de incentivos mais difundidos para sistemas solares fotovoltaicos, o **sistema de preços** e o **sistema de cotas**. Nascimento (2017) coloca que o sistema de quotas funciona estabelecendo:

[...] metas de potência e (ou) energia proveniente de fontes específicas para as concessionárias, distribuidoras, grandes consumidores e outros agentes do setor elétrico. Caso tais metas não sejam atingidas, são aplicadas penalidades (multas, etc). Nesse sistema, é comum o pagamento pelo governo do equipamento e da energia gerada, o que demanda grandes desembolsos governamentais. (Nascimento 2017, p. 11)

No sistema de preço, o que vigora é um valor pago ao dono do gerador por um período de tempo, em geral de vinte anos ou mais. O sistema mais utilizado estabelece o que se chama de tarifa prêmio (*feed-in tariff*) que é usada para remunerar toda a energia injetada na rede, este tipo de mecanismo é o mais difundido entre os países líderes do mercado.

No Brasil se usa uma variante do sistema acima, o *net-metering*, nele “[...] a energia gerada e injetada na rede, ao invés de ser remunerada por uma tarifa prêmio, é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade. [...]” (Nascimento 2017, p. 11), a resolução normativa, que será discutida mais adiante, que regulamenta esse sistema está em revisão, sendo esperadas algumas mudanças no sistema de compensação.

2.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS DO SISTEMA

É possível classificar os sistema de geração fotovoltaica conforme a forma de ligação à rede concessionária em dois tipos: os sistemas **on-grid**, que são conectados à rede da concessionária; e os sistemas **off-grid**, que são sistemas isolados da rede, ou sistemas autônomos.

No caso de sistemas on-grid, os principais componentes o constitui se resumem nos seguintes:

- Painéis Fotovoltaicos;
- Suportes de Fixação;
- Inversor de Frequência Interativo;
- Dispositivos de Proteção.

2.2.1 PAINÉIS SOLARES

Os painéis ou módulos fotovoltaicos são os principais componentes do sistema fotovoltaico, sendo que de acordo com Rütther (2004), o arranjo em série ou paralelo, é o que define, respectivamente a tensão e a corrente do barramento CC. Os painéis são compostos por uma associação de células fotovoltaicas: “[...] uma única célula não é suficiente para gerar potências elétricas elevadas, os fabricantes associam várias células, e as encapsulam para proteção, formando os módulos fotovoltaicos” (BLUESOL, 2016, p. 32). No mercado existem alguns tipos comerciais de células, que se agrupam, basicamente, em **células de silício cristalino** e **células de película fina**.

No grupo de células de silício cristalino encontra-se duas tecnologias de módulos solares, os módulos de **silício monocristalino (m-si)** e os módulos de **silício policristalino (p-si)**. Essas tecnologias, são as mais antigas porém as mais empregadas, nos sistemas

fotovoltaicos, isso decorrente de sua eficiência superior em relação as tecnologias concorrentes.

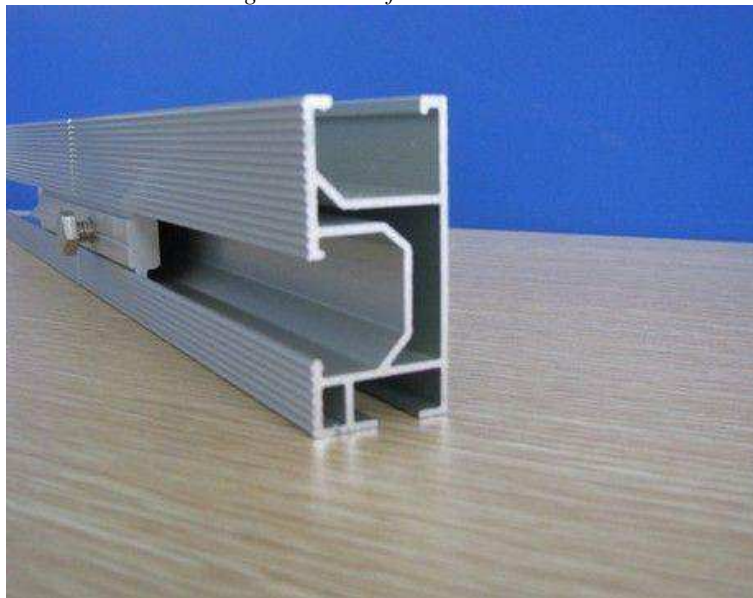
No grupo de células de película fina, destacam-se os módulos de **silício amorfo (a-si)**, os módulos de **telureto de cádmio (CdTe)** e o módulo de **disseleneto de cobre e índio (CIS)** e seu variante o módulo de **disseleneto de gálio, cobre e índio (CIGS)**.

O custo de produção desses módulos é menor que as células de cristal de silício, possuindo uma espessura, no entorno de 0,1 mm. No entanto sua eficiência é bem mais baixa, além de alguns dos materiais que são usados em sua fabricação serem raros, tóxicos ou os dois, tal como colocado por Rüter (2004).

2.2.2 SUPORTES DE FIXAÇÃO

A instalação dos painéis fotovoltaicos são, na maioria dos casos, feitas sobre perfis de alumínio anodizado, conforme o ilustrado na figura 2.6 a seguir, sendo estes perfis fixados através de suportes específicos para a superfície de instalação.

Figura 2.6: Perfil de Alumínio



Fonte: <https://alu-cek.com.br/web/estruturas-mfv/>

Os painéis são assentados sobre uma base feita com esses perfis e fixados através de grampos que prendem o conjunto de painéis na estrutura de perfis pelas extremidades e nas junções entre os painéis. Tal fixação é feito usando grampos finais, e intermediários, respectivamente ilustrados pelas figuras 2.7 e 2.8.

Figura 2.7: Grampo Final



Fonte: Autor

Figura 2.8: Grampo Intermediário



Fonte: Autor

Como já fora comentado os trilhos são fixados usando estruturas de suporte que diferem conforme o tipo de superfície de instalação, dentre estas estruturas a empresa utiliza, corriqueiramente, as seguintes:

Estrutura para telhados com telhas cerâmicas: nesse tipo de estrutura são usados os chamados *ganchos ajustáveis*, conforme ilustrado na figura 2.9. Como sugere o nome, esses suporte são ideais para fixação dos perfis de alumínio sobre telados cobertos com telhas cerâmicas.

Figura 2.9: Gancho Ajustável - Estrutura para Fixação em Telhado Cerâmico



Fonte: Mercado Livre

Estrutura para telhados com telhas em fibrocimento: Nesse tipo de estrutura é usada uma cantoneira de alumínio fixada aos caibros, por meio de um parafuso que transpassa a telha, conforme ilustra a figura 2.10:

Figura 2.10: Cantoneira de Alumínio - Telhado de Fibrocimento



Fonte: Autor

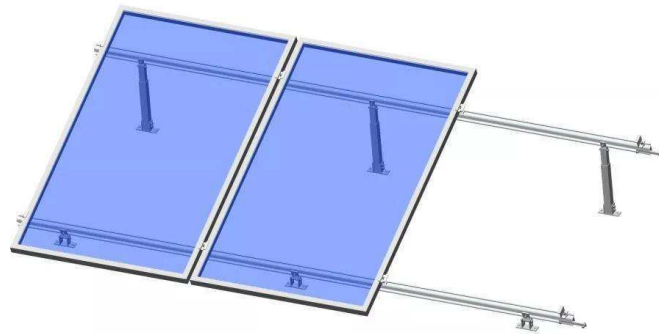
Estrutura para laje: Este tipo de estrutura é a que permite o maior nível de regulagem, quando comparada as duas anteriormente comentadas. São usados dois suportes, sendo um deles com altura ajustável o que permite regular a inclinação da placa, além disso, a parte traseira do painel fica afastado da superfície o que melhora a ventilação e conseqüentemente o escoamento de calor, isso associado a inclinação ajustável, faz com que o mesmo sistema montado em laje gere mais energia que o montado em telhado. As figuras 2.11 e 2.12, a seguir, mostram os dois suportes utilizados para montagem em laje, e o esquema de montagem, respectivamente.

Figura 2.11: Suporte para Laje (a) Dianteiro, (b) Traseiro



Fonte: Mercado Livre

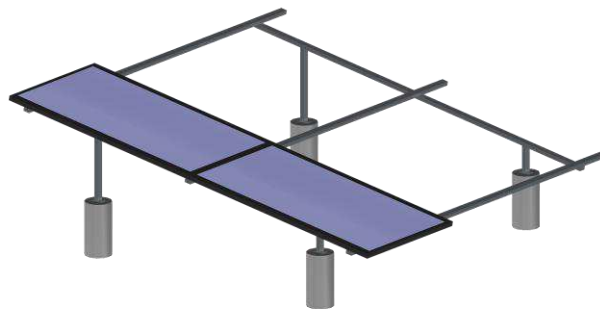
Figura 2.12: Esquema de Montagem Usando os Suporte para Laje



Fonte: Mercado Livre

Quando a montagem é no solo a empresa usa uma estrutura um pouco diferenciada, onde os painéis são assentados em uma estrutura de metalon⁶ em aço galvanizado, montado sobre colunas de concreto conforme ilustra o esquema da figura 2.13.

Figura 2.13: Estrutura Utilizada para Instalação Sobre o Solo



Fonte: Autor;SolGera

6 Tubo vazado retangular em aço.

2.2.3 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

O CRESESB afirma que: “Um inversor é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada (c.a.) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (c.c.)” (CRESESB, 2014, p. 216). Um inversor também atende pelo nome de conversor CC/CA.

Os inversores para uso em sistemas conectados à rede são chamados de inversores *grid-tie* ou inversores interativos. O grande diferencial entre os inversores interativos e os ditos autônomos (usados em sistemas isolados), é o fato dos inversores interativos possuírem a função de sincronizar a energia gerada com aquela fornecida pela rede que o mesmo está conectado, podem ainda fornecer isolamento galvânica entre a mesma e a planta solar, além de possibilitar configurar alguns parâmetros importantes para o sistema, como os limites de subfrequência e sobrefrequência, o tempo de desligamento após ilhamento, o tempo de religamento após retomada da rede, dentre outros, parâmetros esses que são exigências postas em normas.

Existem alguns tipos de inversores interativos, como inversores *grid-tie* central, modular, com múltiplos MPPT⁷, microinversores e etc. A empresa SolGera trabalha tendo como principal fornecedor a Renovigi Energia Solar, que é uma das maiores distribuidoras de material de para energia solar no Brasil. Trabalhando com inversores interativos da B&B power e da Ginlong, ambas marcas de renome dentro do mercado, que possuem um ou mais MPPTs e tem potência que varia de 1,5 hW a 60 kW.

2.2.4 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Para proteção dos sistemas contra descargas atmosféricas é recomendado o uso de dispositivos de proteção contra surtos (DPS's) nos lados CC e CA, sendo cada um específico, isto é, DPS's CC para o lado de corrente contínua e DPS's CA para o lado de corrente alternada. Estes dispositivos também tem a função de proteger o sistema contra eventuais surtos de tensão cuja a origem não seja atmosférica.

⁷ Do inglês *Maximum Power Point Tracking*, MPPT, é um sistema de rastreamento do ponto de máxima potência do gerador fotovoltaico, ajustando o nível de tensão do mesmo, de acordo com a incidência da radiação solar, resultando em um melhor aproveitamento energético.

Para proteção contra curto-circuito e sobrecarga são utilizados disjuntores termomagnéticos, sendo estes específicos para corrente contínua e para corrente alternada. Para proteção contra curtos-circuitos pode, também ser usado fusíveis.

Recomenda-se também o uso de chaves seccionadoras do tipo faca, na separação entre a saída do inversor e a rede elétrica afim de garantir um desligamento seguro do sistema de geração, impedindo que a rede fique energizada em casos de manutenção, por exemplo. Esse componente é dispensado em micro geração de energia (potência instalada da planta de até 75 kW), desde que o inversor possua isolamento galvânica e garantindo a proteção contra ilhamento.

2.4 NORMAS E REGULAMENTOS

No Brasil as normatizações que regem a conexão de sistemas de geração distribuída datam de pouco tempo, cerca de 7 anos para ser mais exato. O ponta pé inicial no sentido de regulamentar e dá margem ao crescimento da geração distribuída foi quando a Resolução Normativa 482/2012 (REN 482/2012), da ANEEL, entrou em vigor, que além de definir o que viria a ser a mini e a microgeração distribuída, também instituiu o sistema de compensação de créditos de energia, ou *net metering*, que é utilizado hoje.

A REN 482/2012 nasceu como resultado de um processo de Consulta Pública que foi de 10/09/2010 a 9/11/2010 e Audiência Pública de 11/08/2011 a 14/10/2011 e, de modo mais preciso, estabelece as condições gerais para o acesso de micro e mini geração distribuída ao sistema de distribuição de energia.

Afim de promover melhorias na norma em 2015, no período de 07/05/2015 a 22/06/2015, a Aneel promoveu uma nova audiência pública, que culminou na publicação da Resolução Normativa 687/2015 (REN 687/2015), que alterou alguns trechos da REN 482/2012 e do módulo 3 do PRODIST⁸, que trata dos procedimentos de acesso de mini e micro geração a rede de distribuição. Entre algumas modificações podemos destacar o aumento da validade dos créditos, que passaram de 36 meses para 60 meses, e a modificação do limite de potência que defini micro e mini geração. Em 2017, por meio da REN 786/2017, a Aneel, alterou mais alguns trechos da REN 482/2012, no caso da definição de mini e micro geração, por exemplo, o texto, hoje em vigor, versa o seguinte:

“I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;”

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;” (REN 482/2012, p. 2).

Antes da referida alteração, promovida pela REN 487/2015 e pela REN 786/2017, a REN 482/2012, definia **microgeração** como a central geradora com potência inferior ou igual a 100 kW, que utiliza-se como fonte base de geração a energia solar, hidráulica, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, enquanto por **minigeração**, definia-se como aquela central de geração com potência superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW, para as fontes base já citadas.

Atualmente o texto da REN 482/2012, está passando por um novo processo de alteração. A ANEEL, abriu Audiência Pública pelo período que vai 24/01/2019 a 19/04/2019, segundo o portal da ANEEL, a audiência tem objetivo de buscar alternativas ao sistema de compensação de energia tendo em vista que estudos apontam uma necessidade de definição de valoração da energia injetada na rede.

Com a publicação da REN 482/2012, as concessionárias de energia, tiveram um período de tempo para elaborar suas normas de modo a se adequarem a regulamentação. A Energisa, concessionária que atua em vários estados brasileiros e tem concessão sobre o sistema de distribuição da Paraíba, administrando-o por meio de duas empresas, a Energisa Borborema (EBO), que atua na região da Borborema, polarizada pela cidade de Campina Grande, e a Energisa Paraíba (EPB), que atua no restante do Estado, normatiza o acesso a sua rede de distribuição por meio das Normas de Distribuição Unificadas 013 e 015 (NDU 013 e NDU 015). Estas normas definem os critérios mínimos que devem ser observados para a ligação de sistemas de geração distribuída em baixa tensão, NDU 013, e em média tensão, NDU 015. Trazendo os modelos de documentos (relacionamento operacional, solicitação de acesso), os prazos dos trâmites, características de proteção, enfim, todos os critérios que o acessante deve obedecer para ter sua planta de geração distribuída conectada à rede de

distribuição da referida concessionária. Alguns requisitos de qualidade estabelecidos pela NDU 013, são listados a seguir e descritos de maneira simplificados.

- **Níveis de tensão** – no ponto de conexão do sistema a tensão deve-se situar entre 80% e 110% da tensão nominal da rede, sendo que para valores fora dessa faixa o sistema deve se desconectar em até 0,2 s;
- **Faixa de Frequência** – Quando a frequência da rede estiver acima de 62 Hz ou abaixo de 57,5 Hz, o sistema fotovoltaico deverá se desconectar da rede em até 0,2 s, só retornando quando a frequência da rede situar-se entre 60,5 Hz e 59,9 Hz;
- **Proteção de Injeção de Corrente CC;**
- **Harmônicos e Distorção da Forma de Onda** – Distorção harmônica total não deve ser superior a 5%;
- **Fator de Potência** – Possui diferentes recomendações conforme a faixa de potência do inversor.

A não observância de algum destes pontos, pode levar a reprovação do projeto durante a vistoria feita pela concessionária, e conseqüentemente, o acesso do sistema à rede será negado. Além desses requisitos, a referida norma, também estabelece critérios de segurança do sistema, quanto aos seguintes pontos.

- **Perda de Tensão da Rede** – O sistema deverá interromper seu fornecimento de energia à rede;
- **Variações de Tensão e Frequência** – Devendo nesse caso o sistema observar o disposto nos requisitos de qualidade;
- **Proteção Anti-ilhamento** – Em eventuais falhas o sistema deverá ser desligado da rede em até 2 s;
- **Reconexão** – em no mínimo 180 s após a energização da rede;
- **Aterramento;**
- **Proteção Contra Curto-Circuito;**
- **Seccionamento;**
- **Religamento Automático da Rede;**
- **Sinalização de Segurança.**

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A empresa na qual ocorreu o estágio, é uma empresa de pequeno porte, sendo assim não possui uma separação nominal das equipes, porém foi possível identificar três setores bem definidos: o comercial; o de instalação; e o de projetos.

De maneira resumida, o pessoal do **setor comercial**, é o responsável por encontrar novos clientes, apresentando os produtos, os projetos já feitos, e obviamente o preço cobrado pelo serviço.

O **setor de instalação** por sua vez é responsável por toda montagem do sistema, dividindo-se em uma equipe de instaladores, responsável pela montagem dos painéis e seus sistemas de fixação, e uma equipe de eletricitas que executam toda a parte elétrica da obra, ou seja, a ligação das séries de painéis, a construção dos quadro de distribuição de energia, a adequação do padrão de entrada, etc., além disso esse setor é o responsável por eventuais manutenções que os sistemas já montados venham a precisar.

O **setor de projetos**, que é o responsável pela elaboração dos projetos a serem instalados, também é dele de onde, após uma análise prévia das contas de energia e do local de instalação, é lançado a proposta para a parte comercial apresentar ao cliente, além de manejar as equipes de instalação, de acordo com um cronograma previamente definido, e de acordo com o material disponível em estoque, portanto é possível afirmar que este é o setor que coordena os outros dois.

O estágio ocorreu no setor de projetos da empresa, e permitiu acompanhar todos os passos inerentes ao projeto de sistemas de geração distribuídas, desde o contato inicial com os clientes e visitas as obras para colher informações preliminares para o projeto, até a parte de elaboração, acompanhamento e execução do que fora projetado. Também permitiu o desenvolvimento de noção na parte de gerência de cliente e estoque, como será pontuado em momento oportuno. Conforme plano proposto para o estágio, as seguintes atividades deveriam ser desenvolvidas:

- Desenvolvimento e acompanhamento de projetos de geração distribuída por fonte fotovoltaica;
- Serviço de implantação de projetos de Geração Distribuída (GD);
- Desenvolvimento de manuais e análise técnicas de equipamentos;
- Auxiliar na gestão da empresa aperfeiçoando ferramentas de controle.

Nos próximos tópicos, serão pormenorizadas as atividades desenvolvidas durante o período de estágio, apontando as características e individualidades de alguns sistemas projetados, além de trazer fotos e exemplo de alguns materiais desenvolvidos.

Será, ainda, feito um apanhado geral do que fora feito, culminando na ponderação sobre o quais das atividades acima listadas foram cumpridas, como foram cumpridas e se foram cumpridas com alguma ressalva.

Por fim, serão ressaltados alguns pontos que foram identificados e que poderiam ter levado a uma melhor execução das atividades desenvolvidas, além de serem feitas algumas sugestões que ajudarão na parte de gestão da empresa.

Para finalizar este tópico, mostra-se na figura 3.1, a seguir, a equipe principal da empresa. Da esquerda para a direita: Claudenor (Instalador), Cluademar (Instalador), Robério (Eletricista), Joálison (Engenheiro Eletricista/Supervisor/Dono) e Edvanilson (Eletricista).

Figura 3.1: Equipe SolGera



Fonte: Autor; SolGera

3.1 PROJETOS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Sem dúvidas uma das principais atividades desenvolvida durante o decorrer do estágio foi a elaboração do projeto de geração distribuída solar fotovoltaica conectada à rede. No total foram elaborados, 27 projetos de geração distribuída, alguns dos quais já estão em operação, fora

5 que foram começados, porém devido a algumas individualidades não foram concluídos ainda, se encontrando parados, totalizando 33 projetos. A atividade englobava, praticamente todas as etapas de projeto, com exceção da determinação da quantidade de painéis e quais os inversores seriam usados, isto porque essa determinação estava diretamente atrelada ao orçamento, ou seja, a quanto o projeto iria custar, então a definição desse ponto acabava ficando a cargo do supervisor, que também é o dono da empresa.

Assim, na maioria dos casos, fazia parte das atividades confeccionar os memoriais descritivos, os diagramas unifilares do sistema, a distribuição dos painéis sobre o terreno, a divisão dos painéis entre os MPPT's dos inversores, estudo da geração, além do preenchimento de documentos com os formulários de solicitação de acesso a rede e quando era o caso, preencher as listas de definição de rateio. Dependendo da localização alguns projetos necessitaram também de um estudo de sombreamento, para melhor definir a geração do sistema e portanto a melhor localização dos painéis. Quanto a potência do sistema, quando eles superavam 10 kWp, era necessário apresentar o projeto dos quadros CA e CC.

Inicialmente, apenas a etapa de elaboração estava sendo desenvolvida, porém, após algum tempo, o preenchimento das ART's e o envio dos projetos a Energisa, após a revisão do supervisor, foram incluídas. Em alguns projetos foram feitas visitas ao local de instalação, onde foram tiradas fotos dos telhados onde seriam instalados os sistemas, além de feita a medição do mesmo, a seguir será descrito de modo mais detalhado cada uma das atividades até então comentadas.

3.1.1 PROJETO ELÉTRICO

Nesse ponto foi lançado mão dos conhecimentos adquiridos nas aulas, especialmente nas de instalações elétricas, para elaborar o projeto elétrico do sistema a ser instalado, que consiste, basicamente no dimensionamento da fiação e proteção (Disjuntores e DPS), bem como na planificação do mesmo, ou seja, no desenho do mesmo.

Para o projeto elétrico, era observado pontos como a potência do sistema de geração, a adequação do padrão de entrada às normas vigentes da concessionária, potência e número de MPPT's do inversor, além de manter as séries de painéis ligados as entradas de um mesmo MPPT com o mesmo número de painéis e mesma inclinação.

Para sistemas com potência instalada inferior a 10 kW, é necessário tão somente a elaboração do diagrama unifilar, estes foram desenhados com o auxílio do software QElectroTech, que é um software livre gratuito multiplataforma, que serve justamente para

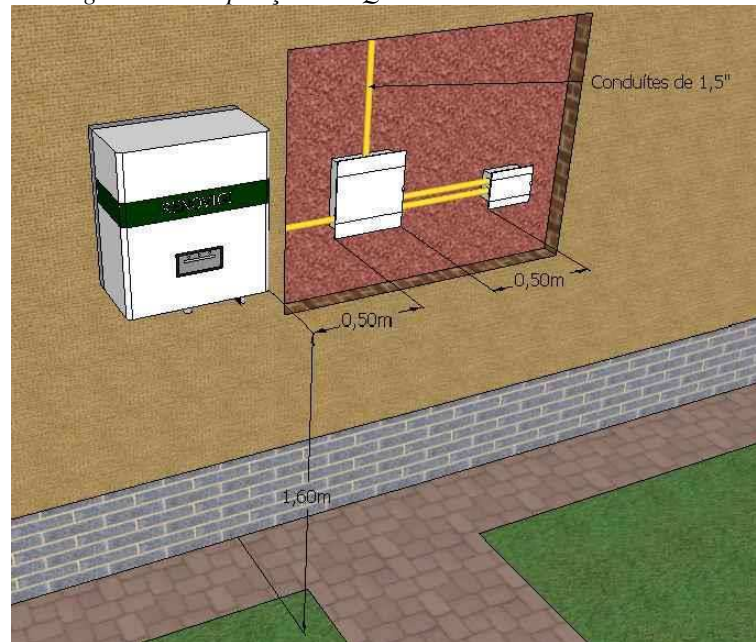
desenhos de diagramas elétricos de um modo geral, o item 3.3, escrito mais adiante, trará mais detalhes sobre os principais softwares usados.

Para sistemas com potência igual ou superior a 10 kW, a concessionária exige que, além do diagrama unifilar, conste no projeto elétrico o diagrama multifilar, o projeto dos quadro CC e CA, a localização em planta do(s) inversor(es) e painéis solares, e a disposição dos quadros e inversores, mostrando o distanciamento deles para o piso e entre eles. Para a elaboração de um projeto desse naipe foi usado como principal ferramenta o QElectroTech, porém a distribuição em plantas dos painéis e inversores, bem como a disposição dos mesmo na parede era feito usando o AutoCAD.

O uso do QElectroTech se mostrou bem vantajoso em relação ao AutoCAD, para a elaboração de projetos de pequeno porte, devido ao fato de já ter os blocos necessários ao projeto dos diagramas e dos quadros prontos (alguns dos blocos foram feitos pelo supervisor), além de ser bem intuitivo, porém para projetos grandes o AutoCAD se mostrou mais interessante, pois permite uma liberdade bem maior, de maneira que os últimos quatro projetos acima de 10 kW já foram todos feito em CAD, com exceção da disposição dos quadro que foi feito usando o Google Sketchup, a fim de dá uma aparência mais bonita ao projeto.

Em resumo, dos 30 projetos elaborados, 8 foram de sistemas com potência superior a 10 kW e 22 com potência menor que 10 kW. A figura 3.2, a seguir, ilustra a disposição dos quadros de um dos projetos elaborados. A referida figura é resultado da renderização de um modelo feito no Google Sketchup.

Figura 3.2: Disposição dos Quadros e do Inversor na Parede



Fonte: Autor; SolGera

3.1.2 PREENCHIMENTO DE DOCUMENTOS

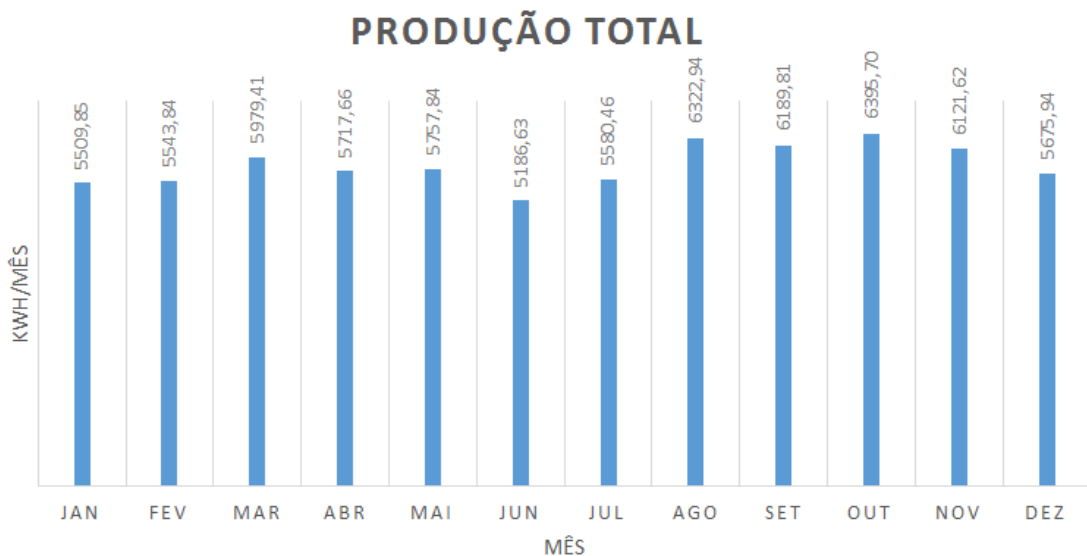
Por preenchimento de documentos deve ser entendido a elaboração, em programa de edição de texto, como o Word, do memorial descritivo, a confecção do formulário de solicitação de acesso e a lista de definição de rateio (quando for o caso da modalidade de autoconsumo remoto), que são os documentos que devem constar, obrigatoriamente, na hora da submissão do projeto à concessionária. Esses documentos seguem um padrão para todos os projetos, de modo que foi desenvolvido uma forma de preenchê-los, totalmente (no caso do formulário e da lista de rateio) e/ou parcialmente (no caso do memorial), através de mala direta com o Excel, como será comentado no tópico da próxima atividade.

O memorial descritivo, construído no Word, consiste de uma descrição detalhada do sistema, onde deve constar entre outras coisas, as características dos painéis e inversores utilizados, detalhes sobre equipamentos de proteção, aterramento, padrão de entrada, além da estimativa de geração anual do sistema projetado e dos dados do proprietário e do projetista.

A estimativa de geração foi feita com o auxílio de uma planilha no Excel, que usa como base de cálculos os dados de temperatura, estrutura de montagem das placas, perdas do sistema e horas de sol pleno (HSP) para a inclinação e desvio azimutal dos painéis. Este último dado, o HSP, é obtido através de um software chamado RadiaSol que é desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e permite o cálculo de maneira

fácil e intuitiva dos valores do HSP mensal para qualquer lugar, e para vários ângulos de inclinação e desvio azimutal da superfície. A figura 3.3, a seguir ilustra a geração estimada de do projeto feito para um Motel na periferia da cidade de Patos – PB, o projeto é um dos maiores feitos no período do estágio, cuja potência instalada foi de 40,77 kWp, sendo usado 151 painéis de 270 Wp, instalados no chão em uma área de cerca de 250 m².

Figura 3.3: Estimativa de Geração de um Sistema Instalado em um Motel



Fonte: Autor; SolGera

3.1.3 ESTUDOS DE SOMBREAMENTO

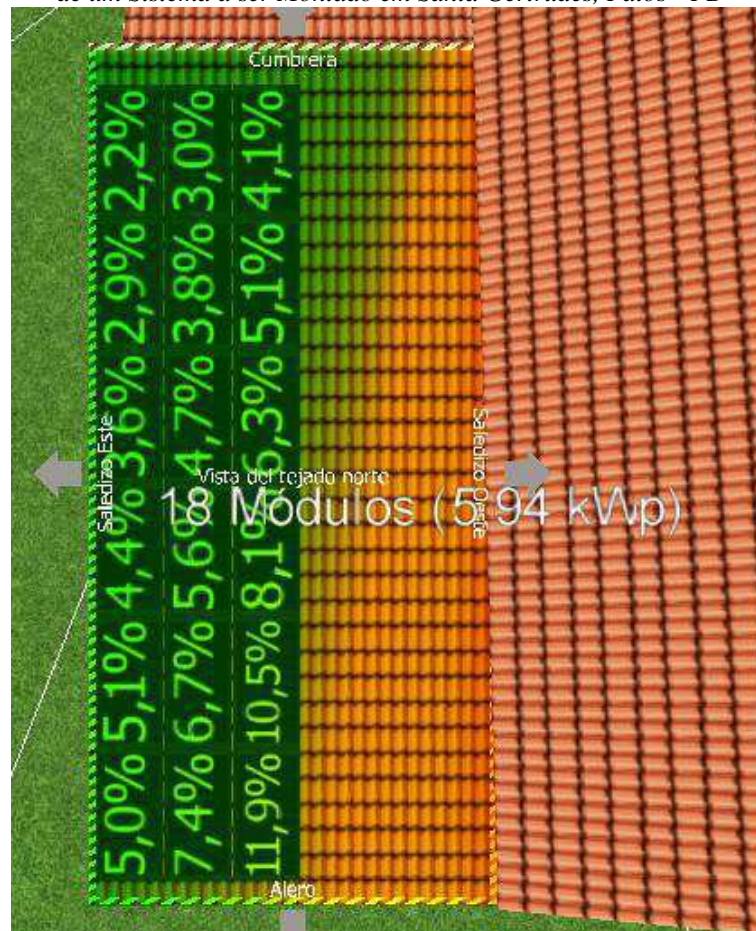
O sombreamento é dos fatores externos que mais influenciam na geração de energia através de fonte solar fotovoltaico, isto pois a corrente gerada pelo painel é altamente susceptível a irradiância solar, fazendo com que o painel sombreado diminua sua corrente. Corriqueiramente as séries de painéis são feitas mediante a conexão em série de vários módulos solares, a produção total da *string* é afetada pelo sombreamento de um único painel, no pior dos casos o painel ou a série pode até mesmo funcionar como uma carga causando pontos quentes, que podem inclusive danificar os mesmos.

Mas nem todos os sistemas precisam passar por um estudo detalhado de sombreamento, bastando, muitas vezes a simples inspeção do telhado e realocação de algumas antenas, ou a diminuição de um platibanda, porém alguns precisam de uma atenção maior no sentido de estudar quais são os efeitos do sombreamento na geração do sistema fotovoltaico, esse é o caso quando há edifícios altos ao redor do local de instalação.

Dos projetos elaborados apenas quatro necessitaram de uma atenção mais criteriosa no sentido verificar os efeitos do sombreamento, sendo que nem todos fazem parte dos 30 elaborados, haja vista, essa é uma etapa preliminar que norteia a quantidade de painéis necessários para atender a demanda do cliente sendo que a solução pode nem sempre ser viável, economicamente, para o mesmo.

Os estudos de sombreamento conduzidos, foram feitos por meio de um software chamado PVSOL, que é muito difundido na área de projetos de plantas solares, basicamente foram feitas visitas aos clientes, onde foi verificado os locais disponíveis para a instalação dos painéis, na maior parte telhados, sendo estes medidos e fotografados, por fim levanta-se os pontos possíveis de sombreamento do sistema, com esses dados levantados foram feitos modelos 3D no PVSOL, do local de instalação, dos painéis e dos elementos de sombreamento e então procedido com a simulação de sombreamento. O software é capaz de fazer a simulação das perdas por sombreamento levando em conta todos os dias do ano, de modo a apresentar um percentual anual de perdas por painel, após o fim da simulação. Este percentual de perdas por sombreamento é usado para determinar a geração estimada do sistema, resultando em um gráfico similar ao apresentado na figura 3.2, bem como o local de instalação dos módulos fotovoltaicos, que gere a menor perda. A título de ilustração, na figura 3.4, a seguir, é mostrado o resultado da simulação de sombreamento do PVSOL, de parte de um sistema a ser instalado no Distrito de Santa Gertrudes, Patos – PB.

Figura 3.4: Percentual de Perdas por Sombreamento no Telhado Sul de um Sistema a ser Montado em Santa Gertrudes, Patos - PB



Fonte: Autor; SolGera

3.1.4 DISTRIBUIÇÃO DOS PAINÉIS

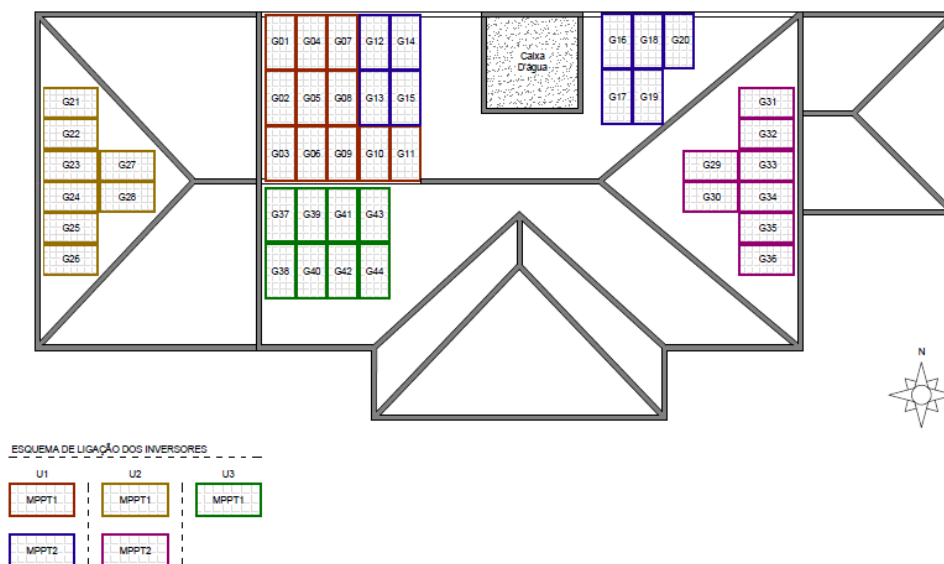
Uma parte importante dentro do projeto de um sistema de geração solar fotovoltaico é determinar a disposição dos painéis solares no local designado para a instalação da planta de micro geração. Essa tarefa é uma parte que a primeira vista é simples, porém deve ser feita com cuidado, a fim de evitar dispor painéis em locais próximos a elementos que possam vir a sombrear os módulos, ou no caso de ser impossível evitar o lugar sombreado, procurar o melhor arranjo, afim de minimizar as perdas inerentes do sombreamento. Outros pontos como estética, acessibilidade à manutenção futuras e distribuição dos painéis por *strings* também devem ser consideradas na hora de distribuir os painéis.

Essencialmente a distribuição dos painéis é feita desenhando uma planta do local de instalação e distribuindo os painéis nela, essa prática ajuda bastante na execução do projeto ao permitir visualizar, graficamente, como o projeto deverá ficar. Basicamente a disposição dos painéis foram feitas usando dois softwares.

Sistemas considerados simples onde o local de instalação, possuía uma área muito maior que a área de instalação dos módulos e locais que não possuíam muitos elementos a serem desenhados, eram feitos com o auxílio do Microsoft Visio, que facilita bastante a construção do modelo.

Já sistemas muito grande e que possuem uma área de instalação restrita, como telhado, por exemplo, é necessário que haja precisão na distribuição dos painéis, afim de garantir que todas as placas sejam instaladas sem problemas, para esses casos utilizou-se o AutoCAD. Nessas plantas também devem constar a localização do padrão de entrada e do inversor. A figura 3.5, a seguir ilustra a distribuição de um sistema montado em uma casa de telhado cerâmico.

Figura 3.5: Disposição dos Painéis Sobre Telhado de Alvenaria, Bairro Maternidade, Pato-PB



Fonte: Autor; SolGera

Na disposição dos telhados, apresentado na figura anterior, também é esquematizado a separação das *strings* e em quais entradas de quais inversores elas serão conectadas.

3.1.5 VISITAS A CAMPO

Durante o período de estágio foram feitas algumas visitas em obras, na maioria destas, o objetivo era auxiliar o colhimento de dados preliminares necessários a concepção do projeto, isto é, realizar medidas dos locais de instalação, identificar características do terreno, como inclinação e desvio com relação ao norte, ou ainda o tipo de cobertura, no caso de telhado,

verificar o local e o tipo de padrão de entrada, bem como localizar o local da passagem do alimentador principal da instalação e do quadro de distribuição geral, atentando sempre para elementos próximos aos locais de montagem que pudessem vir a gerar sombreamento nos painéis. Também foram tiradas fotos dos locais visitados, a fim de, reproduzir com fidelidade o local, a figura 3.6 a seguir, traz como ilustração um conjunto de fotos da cobertura de uma fábrica em Malta – PB, onde tem-se uma proposta de instalação, ainda em análise, de um sistema de geração, sendo que a ideia inicial é que ele seja instalado na laje, porém ainda está em discussão com o proprietário.

Figura 3.6: Fotos Tiradas da Cobertura de uma Fábrica, Malta-PB



Fonte: Autor; SolGera

Algumas visitas também foram feitas no decorrer da execução da planta de geração onde foi possível acompanhar desde a fixação dos suportes, até o assentamento dos painéis e instalação dos quadros e inversores, as figura 3.7, mostrada a seguir, ilustra duas dessas visitas, onde foram registradas, respectivamente, a evolução da obra na laje de um edifício de 4 andares no centro de Patos – PB:

Figura 3.7: Registro da Evolução da Execução de um Sistema Fotovoltaico em Laje, Centro, Patos-PB, (a) Lado Norte (b) Lado Sul



Fonte: Autor; SolGera

3.1.6 SISTEMAS INSTALADOS NO SOLO

Quando a instalação do sistema era prevista para ser em solo, como já foi comentado, é utilizado uma estrutura particular, a estrutura consiste em colunas de concreto circular, ou quadradas, tomando como referência uma delas com altura de 40 cm de altura do solo, colocada no ponto mais alto do terreno, sendo as demais niveladas de acordo com esta coluna de referência, obviamente, desde que o desnível não seja grande, caso em que o topo das colunas terão mais de um nível.

Dos 37 projetos, 30 elaborados e 7 parados, 3 deles são prevista a instalação do sistema em solo, destes três, dois estão parados e um já está conectado e funcionando. Os dois projetos parados, um deles na cidade de Teixeira-PB e o outro no distrito de Santa Gertrudes, Patos-PB, são devido duas situações distintas. O de Teixeira-PB é na cidade em um terreno sem Unidade Consumidora, sendo necessário o pedido de ligação nova, justificado com um projeto de canteiro de obras, que será discutido mais adiante, e o de Santa Gertrudes, por ser um sistema maior e se encontrar em uma zona rural, foi necessário o projeto de uma subestação aérea de 75 kVA, sendo o motivo dos projetos de geração distribuída estarem parados os prazos de aprovação dos projetos de canteiro e subestação que, estima-se, levar cerca de 6 meses entre o período de aprovação, instalação e ligação a rede, sendo que só será iniciado a elaboração do projeto de geração fotovoltaico após a aprovação do outros supracitados.

O diferencial da elaboração do projetos para serem instalados em solo, é a necessidade de elaborar uma planta de situação contendo o perímetro do terreno, a localização das colunas que serão construídas, o distanciamento entre as colunas e entre as fileiras de coluna, além da representação da estrutura de metal que será montada sobre essas colunas e a da disposição dos painéis sobre a estrutura, de modo a orientar os pedreiros na construção das colunas, os serralheiros na execução da estrutura de metal e os instaladores no assentamento dos painéis.

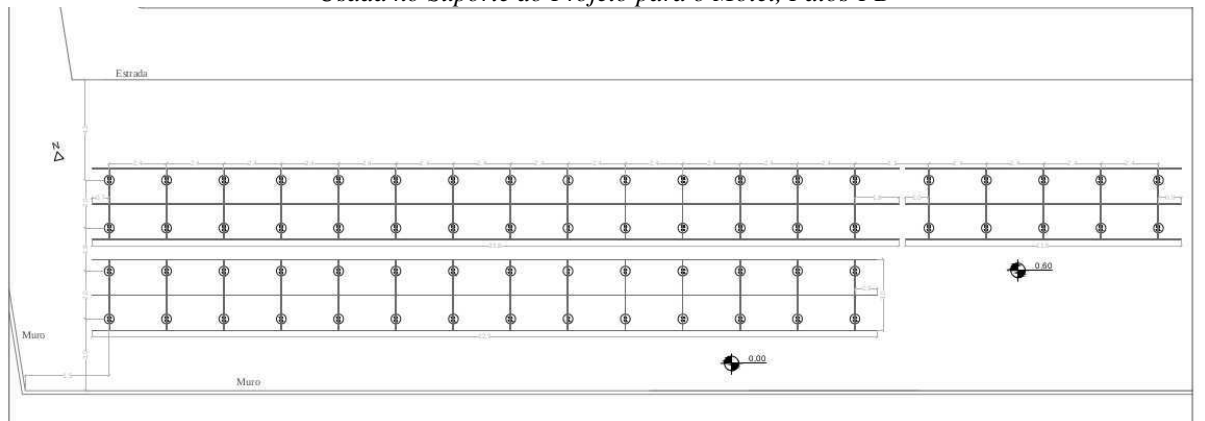
Essa representação também é importante do ponto de vista do planejamento, pois permite ter uma noção mais precisa da quantidade de material que será utilizado na estrutura, Na figura 3.8, a seguir, são mostrados os registros de evolução da obras para o Motel, cuja geração estimada é apresentada na figura 3.3. Já a figura 3.9 mostra o projeto das estruturas de sustentação dos painéis.

Figura 3.8: Registros da Evolução da Obra no Motel, Patos-PB



Fonte: Autor; SolGera

Figura 3.9: Aspecto Geral da Planta de Situação Contendo as Colunas de Concreto e a Estrutura Metálica Usada no Suporte do Projeto para o Motel, Patos-PB



Fonte: Autor; SolGera

3.1.7 OUTROS PROJETOS

Além dos projetos de geração distribuída por fonte solar fotovoltaica, que foi brevemente discutida até então, outros dois projetos que não são diretamente voltados a essa área fora desenvolvidos, para ser mais exatos um deles foi totalmente elaborado e o outro apenas revisado. Esses projetos, embora não estejam diretamente vinculados ao projeto de geração distribuída, serão uma etapa necessária a posterior elaboração do mesmo.

Um deles foi o projeto de uma subestação aérea de 75 kVA para atender uma planta de geração fotovoltaica na zona rural do Distrito de Santa Gertrudes, Patos – PB, o projeto se mostrou necessário, haja vista a UC existente era monofásica e distante demais do transformador da concessionária já existente, de modo que não era possível a conexão da planta, pensada para ter, inicialmente, 108 painéis de 330 Wp e 35,64 kWp de potência instalada, com expansão prevista para 204 painéis de 330 Wp e uma potência instalada total de 67,32 kWp, instalada em uma área de 1.000 m², na rede da UC existente, por sorte no terreno do proprietário passa uma linha de distribuição primária de 13,8 kV, de modo que a solução mais viável encontrada foi o projeto da subestação aérea para a UC existente, com ponto de conexão em média tensão, sendo derivada dessa linha primária que passa na propriedade. A empresa contratou uma terceira para elaborar o projeto, que antes de ser enviado a Energia passou por revisão e posteriores correções.

O outro projeto foi um projeto de Canteiro de Obras para um sistema a ser instalado em Teixeira-PB, neste caso o mesmo será instalado em um terreno vazio na cidade e que ainda não possui UC, de modo que é necessário solicitar uma ligação provisória e uma UC para dá continuidade ao projeto de geração distribuída. Para esse caso a SolGera também contratou

uma terceira, já especializada na área, para a elaboração do projeto, porém esta terceira não cumpriu os prazos, de modo que o projeto foi elaborado pelo estagiário que escreve o relatório e aguarda a revisão do supervisor para submissão à Energisa.

3.2 DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE CONTROLE

Uma das atividades foi desenvolver e aprimorar ferramentas de controle para a empresa, basicamente o objetivo dessa tarefa era otimizar ferramentas já existentes e criar algumas outras, a fim de facilitar e agilizar as atividades da empresa.

3.2.1 APRIMORAMENTO DE PLANILHAS

Basicamente esta tarefa se resumiu em ajustar algumas planilhas que a empresa possui e que são responsáveis pelo cálculo da geração média e pela geração do orçamento, para se ter uma ideia geral das alterações feitas nas planilhas, a figura 3.10, apresentada na sequência mostra o antes e o depois de algumas das principais abas da planilha de orçamento.

Figura 3.10: Antes e Depois de Algumas Abas da Planilha de Orçamento



Fonte: Autor; SolGera

Além da aparência foram incluídas algumas funcionalidades que permitiram um controle melhor sobre a confecção do orçamento, as funcionalidades adicionais incluídas na planilha de orçamento foram as seguintes:

- Adição de novos inversores à planilha;
- Adição de painéis de 330 Wp;
- Adição de novos campos, como tipo de ligação, distância da empresa ao local de instalação, adequação do padrão de entrada;
- Diferenciação entre as tarifas de energia dependendo da classe do consumidor;
- Definição automática e manual do número de inversores e da potência;
- Automatização do processo de geração dos orçamentos.

3.2.2 AUTOMATIZAÇÃO DO CADASTRO DE CLIENTES

Além do aprimoramento das planilhas existentes foram criadas mais duas com finalidade gerencial, uma delas para funcionar como cadastro dos clientes construindo um banco de dados que contém informações como dados pessoais de identificação, endereço, potência instalada, características da Unidade Consumidora, entre outras.

Para construir esta planilha foi necessário desenvolver o conhecimento em *Visual Basic for Applications* (VBA), de modo a facilitar o preenchimento do banco de dados. A ideia era usar os dados guardados na planilha do Excel, para preencher automaticamente, os documentos necessários ao projeto elétrico, isto é, o formulário de solicitação de acesso, a lista de definição de rateio e parte do memorial descritivo. O banco de dados foi construído usando a planilha de orçamento como base de modo a possuir as duas funcionalidades, preparar o orçamento e fazer o cadastro dos clientes. O banco de dados foi conectado aos documentos do Word via mala direta, de modo que os campos são preenchidos automaticamente a partir dos dados passados a planilha do Excel. A figura 3.11, a seguir mostra parte da onde se construiu o formulário para o preenchimento dos dados do cliente.

Figura 3.11: Aba de Cadastro de Dados da Planilha de Gerenciamento de Clientes

Fonte: Autor; SolGera

Tanto o banco de dados, quanto a parte de orçamento implementadas nessa tabela funcionaram, a princípio de maneira bem satisfatória, de fato, ela agilizou bastante a confecção dos memoriais e demais documentos, porém a união do banco de dado com a planilha de orçamento não se mostrou satisfatório, pois nos moldes como foi executado a planilha resultante se mostrou de manuseio complexo e pouco flexível, sendo que os orçamentos continuam sendo feitos na planilha aprimorada que foi descrita no início do tópico

e o cadastro dos clientes para alimentar o banco de dados e as malas diretas, a planilha comentada neste tópico.

3.2.3 CONTROLE DE ESTOQUE

No aspecto organizacional este é o ponto que mais pesa para a empresa, a mesma não tem um controle e nem mantém um estoque organizado, a princípio pode parecer uma questão simples, mas não ter um controle sobre o estoque impossibilita organizar de maneira eficiente os pedidos de reposição de mesmo, ou seja, impede de fazer encomendas de materiais de forma eficiente e suficiente, o que pode levar a falta de material para montagem de sistemas, como trilhos e suporte, sendo que no pior dos casos pode levar a empresa a suspender algumas de suas montagens, ocasionando uma série de problemas, como atrasos em cronogramas, acúmulo de atividades, capacidade ociosa, e etc. A título de exemplo, a falta de perfis de alumínio, causou a parada das atividades de montagem por mais de uma semana, pois não tinha como os painéis serem assentados de maneira segura sem esses perfis. E este tipo de problema pode ser facilmente mitigado pelo controle e organização do estoque.

Pensando nesse sentido, foi desenvolvido uma planilha, também no Excel, capaz de gerenciar, minimamente, o estoque, registrando as entradas e saídas de materiais, bem como as datas que ocorreram, a quantidade restante em estoque, enfim, as informações mínimas necessárias ao planejamento da reposição do material. A figura 3.12 a seguir mostra o aspecto da aba principal da planilha.

Figura 3.12: Aspecto da Aba Principal da Planilha de Gerenciamento de Estoque

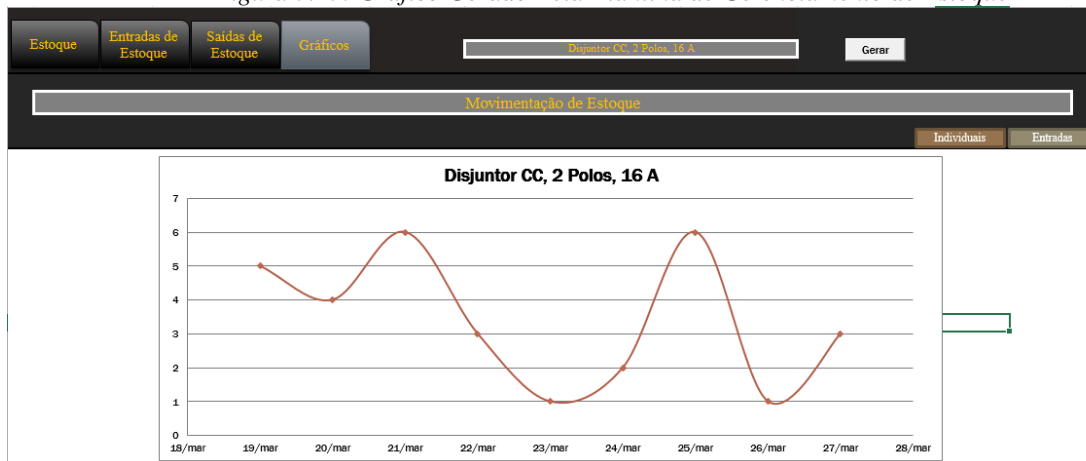
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													

Fonte: Autor; SolGera

Cabe ressaltar que os valores acima registrados são ilustrativos, a planilha apresentada em 3.12 ainda não está em uso, pois para tanto é necessário organizar e catalogar o estoque atual da empresa, porém devido ao pequeno espaço onde se encontra o estoque atual, ainda não foi possível a organização e catalogação do mesmo.

A planilha apresentada na figura 3.12 também possui macros construídas em VBA, estas macros visam facilitar o cadastro de novos produtos bem como controlar as entradas e saídas de estoque. O recurso mais interessante que foi construído é a possibilidade de gerar gráfico das entradas e saídas de estoque de um determinado produto, esse recurso é interessante no sentido que permite visualizar no tempo como a disponibilidade do produto varia, a figura 3.13, traz um gráfico gerado pela referida planilha.

Figura 3.13: Gráfico Gerado Pela Planilha de Gerenciamento de Estoque



Fonte: Autor; SolGera


3.2.4 FORMULÁRIO DE VISITA TÉCNICA

Este documento foi desenvolvido para auxiliar em visitas feitas aos clientes com a finalidade de colher informações para a concepção do projeto e/ou elaboração do orçamento. O formulário reúne uma série de informações necessárias à confecção do projeto de geração distribuída fotovoltaica, de modo que o técnico que visite o cliente tenha um documento que o auxilie na coleta dessas informações, evitando assim que algo seja esquecido e seja necessário uma outra visita posteriormente.

A elaboração de tal formulário partiu do supervisor do estágio que identificou a necessidade de padronizar a coleta de informações de modo que algum dos técnicos da empresa pudessem colhê-las de maneira fácil e metódica, não só agilizando o processo, mas

também evitando que houvesse falta de informação ou informação incompleta. Na figura 3.14, apresentada abaixo, encontra-se a parte inicial do formulário.

Figura 3.14: Parte Inicial do Formulário de Visita Técnica

Formulário de Visita Técnica		
Informações de Identificação:		
Nome do Cliente:	<input type="text"/>	
Endereço:	<input type="text"/>	
Tipo de Cliente:	<input type="checkbox"/> Pessoa Física <input type="checkbox"/> Pessoa Jurídica	
Data da Visita:	<input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	
Informações Básicas Sobre a Instalação:		
Média de Consumo Mensal (kWh/mês):	<input type="text"/>	
Tipo de Ligação:	<input type="checkbox"/> Monofásica <input type="checkbox"/> Trifásica	

Fonte: Autor; SolGera

Algumas informações como, tipo de padrão de entrada, tipo de superfície de instalação, inclinação do terreno, tipo de cobertura, esboço do terreno, são apenas algumas informações que constam no formulário. A tendência é que a medida que o mesmo vá sendo utilizado vá aparecendo pontos que podem ser melhorados.

3.2.5 MANUAL DO USUÁRIO

Entre os clientes sempre aparecem algumas dúvidas corriqueiramente, dentre elas algumas os tópicos mais comuns de indagação são as listadas abaixo:

- Pagamento da taxa de disponibilidade à Energisa;
- Funcionamento do sistema de geração fotovoltaico;
- Geração noturna do sistema;
- Funcionamento do sistema de compensação de créditos;
- Manutenção.

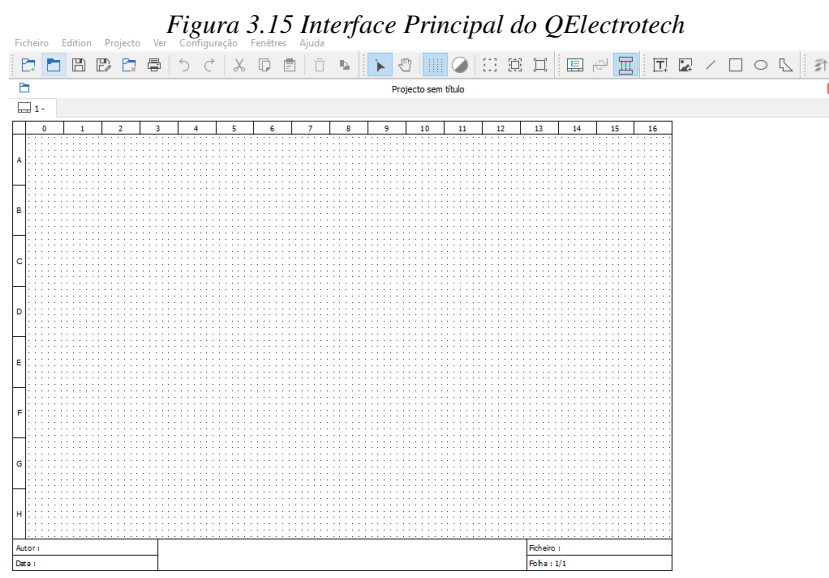
A fim de orientar os clientes, elucidando essas e outras questões, foi desenvolvido o manual do usuário, que traz respostas sobre um conjunto de questionamentos sobre o sistema, sobre o funcionamento do mesmo, sobre o sistema de créditos e manutenção.

3.3 SOFTWARES UTILIZADOS

Durante o período de estágio foi necessário desenvolver a habilidade no manuseio de alguns programas, os principais programas que foram utilizados serão brevemente apresentados nas linhas seguintes.

3.3.1 QELETROTECH

O QElectrotech é um software livre, gratuito e multiplataforma, disponibilizado sobre licença GNU/GLP. É um software especializado na construção de diagramas elétricos, sendo possível sua instalação em Linux, Windows e MAC OS, o que permite uma portabilidade imensa dos diagramas, do ponto de vista de edição. Além do fato de ser gratuito e facilmente baixado na internet, sua interface intuitiva colabora para facilitar e agilizar o desenvolvimento de diagramas complexo. A figura 3.15, abaixo, ilustra a interface principal, do QElectrotech.



Fonte: Autor

3.3.2 AUTOCAD

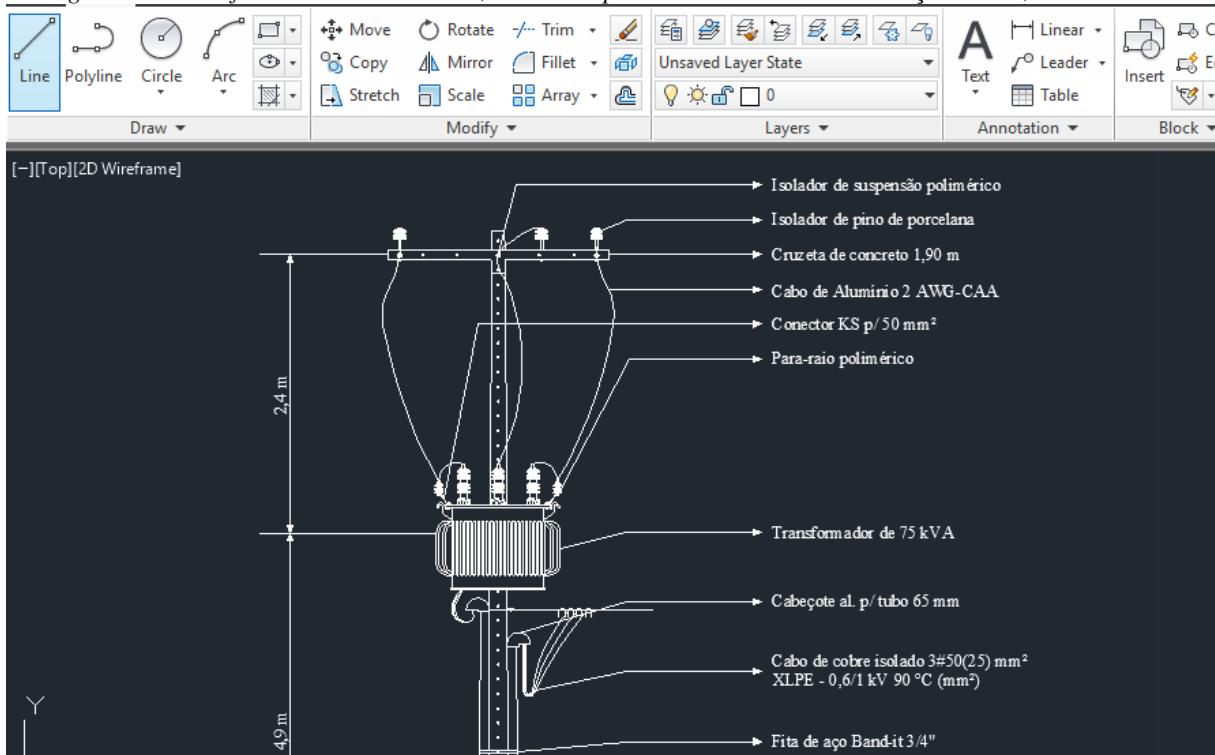
Quando se fala de softwares de projetos em desenho técnico, com certeza um dos mais famosos é o AutoCAD. Como sugere o nome, o AutoCAD é um software do tipo CAD (*Computer Aided Design* ou Desenho assistido por Computador), que foi desenvolvido pela

Autodesk em 1982, e é comercializado até os dias de hoje pela mesma, possuindo versões para o Windows e para o MAC.

O fato é que o AutoCAD é bastante completo, permitindo ao desenhista total liberdade para construção rápida de desenhos 2D, com a precisão necessário aos projetos de engenharia, além disso, as versões atuais são muito poderosas no tocante a elaboração de modelos 3D, fora as inúmeras ferramentas temáticas desenvolvidas para facilitar o trabalho de desenho em áreas específicas, como desenho arquitetônico e/ou elétricos, por exemplo.

Ao contrário do software anterior, o AutoCAD é um software proprietário, sendo sua comercialização, atualmente feita por assinatura, a versão mais simples o AutoCAD LT custa ao ano a bagatela de R\$ 1.254,54⁹, podendo chegar a R\$ 5.783,66, ao ano, em sua versão completa, que considero caro. A figura 3.16, a seguir, ilustra parte da interface do AutoCAD, com parte do desenho da subestação que fora feito para correção do projeto descrito no item 3.1.7

Figura 3.16: Interface do AutoCAD 2015, Contendo parte do Desenho da Subestação Aérea, do item 3.1.7



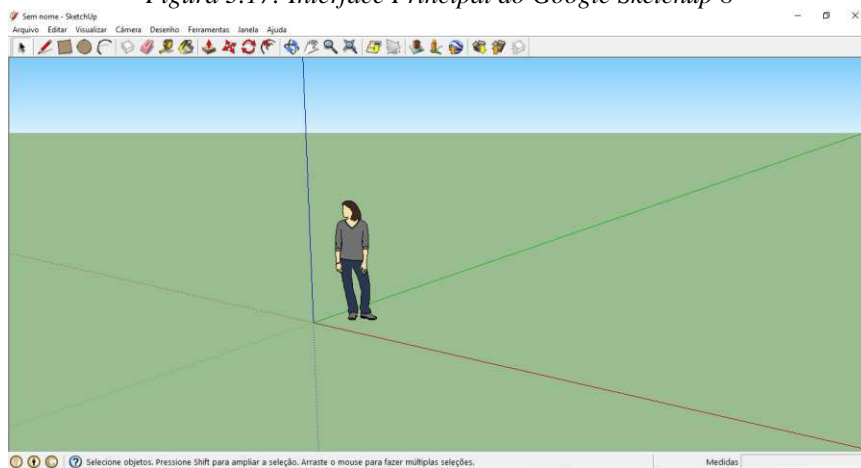
Fonte: Autor

⁹ Dado do Autodesk disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/autocad-lt/subscribe?plc=ACDLT&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>>. Acesso em 07/04/2019.

3.3.3 GOOGLE SKETCHUP

Trata-se de um software de modelagem 3D, que diferentemente do que ocorre com a maioria dos concorrentes, apresenta uma interface muito simples para usuário, como ilustra a figura 3.17, de fato, por vezes a interface simplista levava a crer que não seria possível para desenvolver modelos muito complexos, porém isso não se mostra verídico, à medida que a familiaridade com o software aumenta.

Figura 3.17: Interface Principal do Google Sketchup 8



Fonte: Autor; SolGera

Segundo o portal SketchUp Online¹⁰, o software foi desenvolvido em 1999 e liberado como ferramenta de desenvolvimento 3D em 2000 pela *startup Last D*, sendo comprado em 2006 pelo Google, que implementou diversas melhorias ao mesmo, sendo em 2014 comprado pela Trimble Navigation. Sendo o programa de modelagem 3D mais utilizado no mundo, como pontuado pelo portal Hometeka¹¹, possuindo mais de 30 milhões de usuários.

O software era inicialmente gratuito, porém, com o tempo passou a ser necessário comprar as versões mais recentes e para uso profissional, no entanto ainda existe a versão gratuita para uso privado. No período de estágio foi usado o Google Sketchup 8, que é a última versão do Sketchup completa que foi disponibilizada gratuitamente, sendo na época ainda fornecido pelo Google.

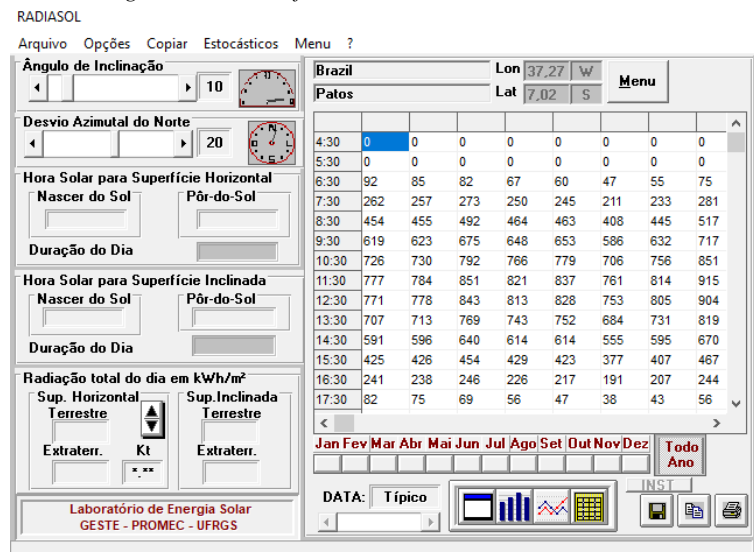
¹⁰ Disponível em: < <https://sketchuponline.com.br/o-que-e-sketchup/> >

¹¹ Disponível em: < <https://www.hometeka.com.br/f5/por-que-sketchup-5-razoes-para-trabalhar-com-o-software/> >

3.3.4 RADIASOL

O Radiasol é um software produzido pelo LABSOL da UFRGS, possuindo duas versões, o Radiasol e o Radiasol2, sendo o primeiro usado amplamente no estágio, e ilustrado pela figura 3.18. É possível ser baixado gratuitamente no site da referida instituição. O programa permite entrar com as coordenadas do local, além da inclinação dos módulos e desvio azimutal, gerando como resultado a média da irradiação solar em plano inclinado, horário e mensal, para o local designado.

Figura 3.18: Interface da saída de dados do Radiasol



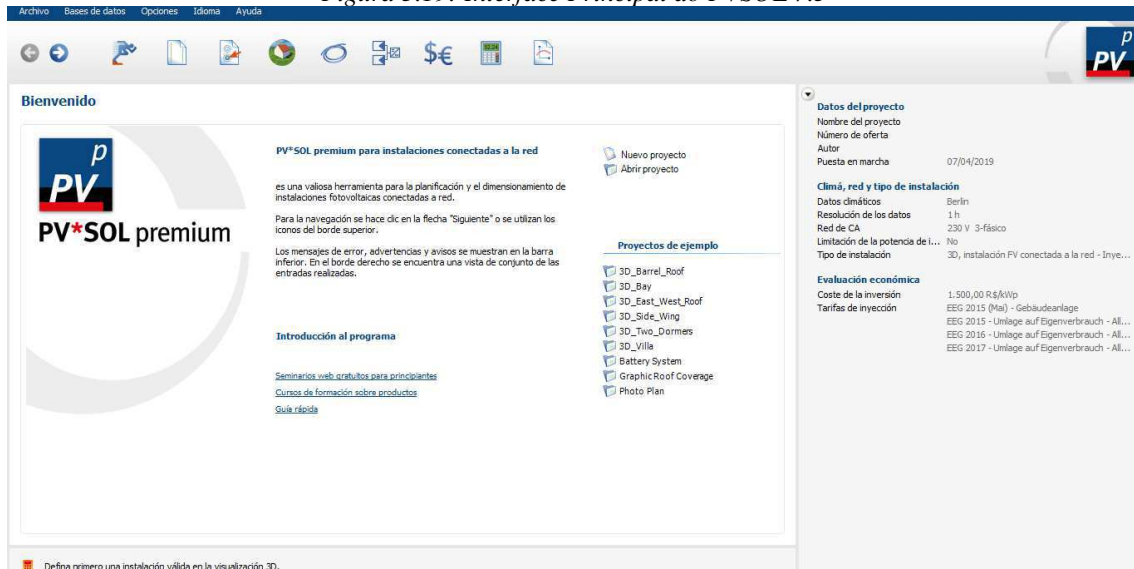
Fonte: Autor

3.3.5 PVSOL

O PVSOL é, segundo o portal do desenvolvedor, um software de simulação dinâmica de sistemas fotovoltaicos, com visualização 3D e a análise detalhada do sombreamento do sistema. O software é comercializado e desenvolvido pela alemã Valentin Software.

O software possui diversos recursos podendo ser usado no projeto do sistema inteiro, quer seja ele isolado ou conectado à rede, porém, embora seja muito poderoso, sua interface é pouco intuitiva, e a modelagem 3D dos sistemas é difícil de ser feita, pois o editor é pouco flexível. A interface do software, em sua versão 7.5, é ilustrada na figura 3.19.

Figura 3.19: Interface Principal do PVSOL 7.5



Fonte: Autor

3.3.6 MICROSOFT VISIO

De um modo geral, o software serve para a construção de diagramas para o Windows, dos mais diversos tipos, como fluxogramas, organogramas, plantas baixas e etc, disponibilizado pela Microsoft.

Embora pouco creditada em meios acadêmicos como referência bibliográfica, a observação feita na Wikipedia ¹²sobre o software é bem pertinente e precisa. O Visio pode ser considerado o intermediário entre um software CAD e um software de desenho artístico. Não possuindo todas as funcionalidades que softwares especializados nessas áreas possuem, porém, dada a praticidade e facilidade no manuseio das ferramentas disponíveis, se mostra muito útil na confecção de desenhos simples.

Pelo motivo exposto acima, o Visio foi usado na confecção dos layouts de alguns telhados, cuja disposição dos painéis era mais simples e cuja a precisão envolvida na disposição não influenciaria na montagem.

¹² Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visio >

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades desenvolvidas foram, de um modo geral, bem executadas, porém cabe algumas melhoras em sua elaboração, especialmente nas planilhas desenvolvidas. A planilha de gerenciamento de estoque, por exemplo, embora esteja bem funcional e agradável, esteticamente falando, tem alguns pontos que necessitam ajustes, pontos como um sistema de autenticação de usuário e de registro de atividades é essencial para o controle e proteção dos dados registrados nela, além de carecer de uma melhora na parte que gerencia as saídas de estoque tornando-a mais intuitiva. Uma segunda versão desta planilha está em desenvolvimento, porém não foi possível concluí-la dentro do período de estágio.

Algumas ressalvas também podem ser feitas a despeito da planilha de gerenciamento de clientes, a principal delas é a separação da de orçamento, que como já comentado, foi uma experiência que não se mostrou muito eficaz, além disso implementar um sistema de autenticação de usuário e um sistema de registro de atividades (Logs) é uma necessidade essencial desta planilha, haja vista, trata-se de uma planilha com registro de dados pessoais dos clientes.

Ademais, cabe ainda ressaltar que, recentemente a Energia padronizou os memoriais, sendo que a partir do dia 01/04/2019, os projetos de microgeração distribuída, para serem analisados, deverão seguir o padrão de memorial por ela fornecido, isto vai requerer uma adequação no sistema de mala direta que alimenta os atuais memoriais, afim de, adaptá-los a nova padronização

3.5 SUGESTÕES

A empresa embora pequena é bem organizada, sendo a mais antiga a trabalhar no ramo dentro da cidade de Pato-PB e na região, porém um ponto que foi identificado e pode ser melhorado, é justamente na organização e gerenciamento do estoque da empresa.

Atualmente ela guarda seu estoque em um lugar pequeno o que o torna difícil o controle do mesmo, por impossibilitar a organização e catalogação dos itens de maneira adequada. A troca do local do estoque é uma ideia recorrente do administrador, porém nunca foi efetivada. Assim sendo, talvez seja de grande valia para a empresa, do ponto de vista do planejamento das suas atividades, como a execução de obras, a reposição de material e etc, fazer um esforço no sentido de trocar o estoque para um lugar mais amplo, organizando e

catalogando seus itens de maneira sistemática, além de implementar um controle de saídas de estoque mais rigoroso de modo que toda a movimentação sobre o mesmo seja conhecida. Feito isso ela ganhará não apenas na organização, mas também conseguirá planejar mais eficientemente suas atividades.

CONCLUSÃO

Durante o período do estágio foi possível vivenciar na prática o trabalho de um engenheiro eletricitista, além de poder conhecer uma área que é pouco trabalhada no decorrer da graduação, como é a área de energias renováveis, mais especificamente a de geração distribuída por fonte solar fotovoltaica.

As atividades desenvolvidas no decorrer do estágio, permitiram não apenas a aplicação de conceitos teóricos vistos em sala de aula, especialmente de conceitos de eletrotécnica geral, mas também permitiu o desenvolvimento do conhecimento em área, que como já exposto, não é corriqueiramente vista na graduação.

O desenvolvimento de ferramentas de gestão, e que muito embora ainda careçam de certos ajustes, permitiram não apenas o domínio sobre uma nova e poderosa ferramenta, como é o caso do VBA, mas também contribuiu para o desenvolvimento de uma noção de organização e planejamento, haja vista, ser necessário conciliar as atividades de projetos com as atividades de pesquisa e desenvolvimento, afim de construir as planilhas.

Do ponto de vista de formação teórica, cabe ainda ressaltar, a imensa contribuição dada pela empresa, ao fornecer os cursos de NR 10 (Segurança em instalações e serviços de eletricidade) e de NR 35 (Trabalho em altura), que foram fornecidos como parte da formação dadas ao corpo de profissionais da empresa, e estendido ao estagiário.

Tudo isto que fora escrito, somado às experiências adquiridas durante o período de estágio, quer seja no acompanhamento de obras, quer seja no desenvolvimento de projetos, sem dúvidas, contribuiu para um sólido aperfeiçoamento profissional, favorecendo a construção de conhecimentos profissionais que permitirão a atuação com um alto padrão técnico e em consonância com as normas vigentes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Geração Distribuída**. 2019. Disponível em < http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp >. Acesso em: 30 mar. 2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa N° 482 (REN 482/2012)**. Brasília, DF, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa N° 687 (REN 687/2015)**. Brasília, DF, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa N° 786 (REN 786/2017)**. Brasília, DF, 2017.

BLUESOL. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica**: Livro Digital de Introdução aos Sistemas Solares. Ribeirão Preto, SP, [2016?]. Disponível em: <<http://programaintegradoronline.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Livro-Digital-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-aos-Sistemas-Solares-novo.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO – CRESESB. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, RJ, 2014. Disponível em: < <https://www.portal-energia.com/downloads/livro-manual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf> >. Acesso em: 20 jun. 2018.

GAZOLI, J. R. **Microinversor Monofásico para Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica**. 2011, 204 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Departamento de Sistemas e Controle de Energia, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP, 2011.

GREENER. **Guia para Empreendedores Fotovoltaicos**: Onde estão as melhores oportunidades? PARTE 1 – Mercado Fotovoltaico. São Paulo, SP, 2016a. Disponível em: < <https://www.greener.com.br/ebooks/e-book-02-guia-para-empresendedores-fotovoltaicos-parte-1/?ebook=1> > Acesso em: 26 abr. 2019

GREENER. **Guia para Empreendedores Fotovoltaicos**: Onde estão as melhores oportunidades? PARTE 2 – Mercado de Integradores e Atratividade Econômica. São Paulo, SP, 2016b. Disponível em: < <https://www.greener.com.br/ebooks/e-book-03-guia-para-empresendedores-fotovoltaicos-parte-2/?ebook=1> > Acesso em: 26 abr. 2019

GREENER. **Estudo Estratégico: Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída**. 1º Semestre 2019. São Paulo, SP, 2019. Disponível em: < <https://www.greener.com.br/pesquisas-de-mercado/estudo-estrategico-mercado-fotovoltaico-de-geracao-distribuida-1o-semester-de-2019/>> Acesso em: 30 abr. 2019

HAHN, P.; MIGHELÃO, T. R. (Coord.). **O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica**: Edição 2017. Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina. Rio de Janeiro, RJ, 2017. Disponível em: < http://ahkbusiness.de/fileadmin/ahk_business_br/05_Publicacoes-Publikationen/Estudo_Fotovoltaico_2017/estudoFV2017_web__1_.pdf> Acesso em: 30 abr. 2019

INSTITUTO NACIONAL DE ENFIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE). **O que é Geração Distribuída?**. 2018. Disponível em < http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp >. Acesso em: 30 mar. 2019.

NASCIMENTO, L. P. **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas**. Brasília. Câmara Federal, 2017.
Disponível em < http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequenc e=1> Acesso em: 26 abr. 2019

PEREIRA, E.B. et al. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2. ed. São José dos Campos, SP: INPE, 2017.

RÜTHER, R. **Edifícios Solares: O potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligadas à Rede Elétrica Pública no Brasil**. Florianópolis, SC: UFSC/LABSOLAR, 2004.

SILVA, R. M. **Energia Solar: dos incentivos aos desafios**. Texto para discussão nº 166. Brasília. Senado Federal, 2015. Disponível em < <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166>> Acesso em 26 abr. 2019

APÊNDICE A – Diagrama Unifilar da Instalação do Gerador Fotovoltaico do Motel, que Foi Citado nas Figuras 3.3, 3.8 e 3.9

