



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

TIAGO DA SILVA BALBINO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO**

Campina Grande, Paraíba  
Dezembro de 2014

TIAGO DA SILVA BALBINO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

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

Área de concentração: Geração de Energia, Instalações Elétricas Prediais

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Dezembro de 2014

TIAGO DA SILVA BALBINO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

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

Área de concentração: Geração de Energia, Instalações Elétricas Prediais

Aprovado em        /        /

**Prof. Leimar de Oliveira, M. Sc, UFCG**  
Orientador

**Prof. Ubirajara Rocha Meira, M. Sc, UFCG**  
Componente da Banca

Dedico este trabalho a minha mãe e minha tia-mãe que me apoiaram de todas as formas na realização dos meus sonhos.

À minha amada namorada que me acompanha nesta caminhada.

À memória do meu pai, do meu avô e de minha tia, que continuam a reger minha vida de outro plano.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos em minha vida e por estar sempre ao meu lado e ao de minhas mães guiando e iluminando os caminhos dessa nossa jornada.

A realização deste trabalho seria inimaginável se não fosse o carinho, a abnegação e o empenho principalmente de minha mãe, Raimunda da Silva Balbino, e de minha tia-mãe, Josefa Pereira da Silva, que nunca mediram esforços na construção de minha educação e do meu caráter e na realização dos meus sonhos, sempre trilhando comigo o caminho que me leva à ampliação dos conhecimentos.

Agradeço também aos diretores e engenheiros da empresa Viridis Engenharia por terem confiado em mim e dividido seus conhecimentos comigo, dando-me a oportunidade de realizar este estágio.

Agradecimento especial, repleto de muito amor e carinho, para minha namorada Layana Dantas de Alencar, que esteve ao meu lado, apoiando e estimulando para a conclusão de mais esta etapa de nosso caminho.

Quero, também, formular os meus sinceros agradecimentos ao Professor M. Sc. Leimar de Oliveira que, além de orientar, foi um companheiro e amigo, que disponibilizou o seu extraordinário conhecimento, estimado senso de humor e paciência infinita para auxiliar na formação da estrutura e execução deste trabalho.

Aos irmãos de república, Eng. Alberto Henrique Dantas, Eng. Luiz Carlos Queiroga Junior e M. Sc. Miguel Queiroga Filho, que partilham comigo, desde longas datas, momentos de alegrias, infortúnios, afazeres, superações e conquistas vivenciadas não apenas ao logo de nossas vidas acadêmica, mas também antes e depois.

Aos companheiros, amigos de batalha e futuros colegas de profissão, Eng. Cláudio Moreira de Lima, Eng. José de Sousa Lima Junnior, Eng. Fausto Vilar Gonçalves, Eng. Francisco Luiz de Oliveira Júnior, Eng. Luciano Duarte Medeiros, Eng. M. Sc. Wallysson de Vasconcelos Sousa e Eng. Ricardo Soares Chinarro, que trilharei comigo esta longa jornada, tornando os momentos de adversidades e afazeres em inestimáveis histórias de superações e alegrias.

Aos meus amigos que, de alguma forma, fizeram-se presentes e que me ajudaram a seguir em frente, em especial, João Raimundo Pereira Neto e Layz Dantas de Alencar.

Finalmente, uma vida se constrói com a soma de todos os momentos vividos. São inúmeros os professores e companheiros que contribuíram de forma singular ao longo de minha existência para a pessoa que sou hoje, em todos os ângulos considerados. A todos, meu muito obrigado.

*“Volta teu rosto sempre na  
direção do sol, e então, as sombras  
ficarão para trás.”*

Proverbio Oriental

## RESUMO

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas no âmbito do estágio integrado realizado na empresa Viridis Engenharia no período de 14 de Julho a 30 de Novembro de 2014. Inicialmente são apresentados alguns conceitos básicos sobre geração de energia fotovoltaica e Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), em seguida são descritas as atividades realizadas durante o período de estágio, sendo elas, o projeto de microgeração fotovoltaica do condomínio Atmosphaera ECO Residence em Lagoa Seca - PB, projeto de instalações fotovoltaica do estacionamento da TERMOPE\Suape-PE e do LEPER\UFRN em Natal-RN, instalação de um inversor no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos – UFCG Campus de campina Grande-PB, acompanhamento e supervisão de parte das instalações elétricas do estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB, cotações e atualização de cotações de equipamentos, materiais e serviços de sistemas adutores da CAPEPA, cotação de equipamentos, materiais e serviços do SPDA do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) em Parnamirim - RN e inspeção e elaboração de laudo do SPDA da EPASA em João Pessoa – PB.

**Palavras-chave:** Energia Fotovoltaica, Instalações Elétricas Prediais, SPDA.

## ABSTRACT

This report presents the activities carried out under the integrated stage performed in the company Viridis Engenharia in the period from 14 July to 30 November 2014. Initially some basic concepts of photovoltaic power generation and System Protection Lightning (SPL), then describes the activities carried out during the probationary period, as follows, the project photovoltaic microgeneration of condominium Atmospha ECO Residence in Lagoa Seca - PB, photovoltaic installations of the parking of the Termope\Suape - PE and LEPER\UFRN in Natal, Brazil, installation of an inverter in the Systems Laboratory Photovoltaic - UFCG Campus in the Campina Grande - PB, monitoring and supervision of the electrical installations of Ernani Satiro stadium in Campina Grande - PB, quotations and upgrade of quotes, equipment, materials and services to automatization system adductors for CAGEPA, quotations of prices equipment, materials and services for SPL the Launch Center Barreira do Inferno (LCBI) in Parnamirim - RN and inspection and preparation of the appraisal report the SPL from EPASA in João Pessoa – PB.

**Keywords:** Photovoltaic Energy, Building Electrical Installations, SPL.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 2.1</b> – Logotipo atual Viridis Engenharia.....	12
<b>Figura 3.1</b> – Ilustração da estrutura típica de uma célula fotovoltaica.....	14
<b>Figura 3.2</b> – Gráfico das características típicas de tensão-corrente e tensão-potência para painéis fotovoltaicos.....	16
<b>Figura 3.4</b> – Gráfico da Potência de saída da célula fotovoltaica <i>versus</i> o ângulo de incidência.....	17
<b>Figura 4.1</b> – Ilustrações de Painéis (a) <i>Single</i> e (b) <i>Dual-Axis Tracking</i> . ....	18
<b>Figura 4.2</b> –Fotografia de captor tipo Franklin. ....	21
<b>Figura 4.3</b> – Ilustração de SPDA tipo Gaiola de Faraday. ....	21
<b>Figura 4.4</b> – Fotografia de SPDA tipo eletrogeométrico.....	22
<b>Figura 5.1</b> – Fotografia da parte interna do abrigo para inversor, sistema de proteção e conjunto de baterias.....	25
<b>Figura 5.2</b> – Fotografia da fixação nos suportes e conexões elétricas do arranjo de painéis instalados.....	26
<b>Figura 5.3</b> – Fotografia da visão geral de toda a instalação. ....	26
<b>Figura 5.4</b> – Fotografia da instalação das estruturas metálicas do suporte dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.....	28
<b>Figura 5.5</b> – Fotografia da (a) vista lateral e (b) traseira da instalação das estruturas metálicas do suporte dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN. ....	29
<b>Figura 5.6</b> – Fotografia da fixação dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no suporte metálico no LEPER/UFRN.....	30
<b>Figura 5.7</b> – Fotografia da vista frontal dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN. ....	30
<b>Figura 5.8</b> – Fotografia do processo de conexão dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.....	31
<b>Figura 5.9</b> – Fotografia do processo de conexão dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas aos quadros elétricos no LEPER/UFRN. ....	31
<b>Figura 5.10</b> – Fotografia estrutura metálica de suporte do arranjo de painéis fotovoltaicos da planta rastreadora no LEPER/UFRN.....	32
<b>Figura 5.11</b> – Fotografia do içamento da estrutura metálica de suporte do arranjo de painéis fotovoltaicos da planta rastreadora no LEPER/UFRN.....	32
<b>Figura 5.12</b> – Fotografia do processo de conexões elétricas dos painéis fotovoltaicos da planta rastreadora no LEPER/UFRN.....	33
<b>Figura 5.13</b> – Fotografia da instalação do quadro geral das plantas fixas e rastreador no LEPER/UFRN. ....	33
<b>Figura 5.14</b> – Fotografia da verificação das tensões dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.....	34

<b>Figura 5.15</b> – Fotografia instalação da chave de testes do funcionamento do motor da planta rastreadora.....	34
<b>Figura 5.16</b> – Fotografia dos arranjos de painéis, a serem escolhidos, para serem conectados ao inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.	35
<b>Figura 5.17</b> – Fotografia do processo de fixação do inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.....	36
<b>Figura 5.18</b> – Fotografia do inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.....	36
<b>Figura 5.19</b> – Fotografia do processo de instalação elétrica do inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.....	36
<b>Figura 5.20</b> – Fotografia do processo de fixação de eletrodutos rígidos de PVC e luminárias, utilizando plataforma elevatória do tipo tesoura, no Estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB.....	37
<b>Figura 5.21</b> – Fotografia do processo de fixação de conduletes de PVC no Estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB.....	38
<b>Figura 5.22</b> – Fotografia do processo instalação de refletores, para iluminação do estacionamento, no Estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB.....	38
<b>Figura 5.23</b> – Fotografia do processo de medição de resistência, utilizando alicate terrômetro, na SE Termonordeste da EPASA em João Pessoa - PB.....	40
<b>Figura 5.24</b> – Fotografia do processo de inspeção visual do SPDA da parte superior da guarita da EPASA em João Pessoa - PB. ....	41

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iv
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	viii
SUMÁRIO .....	x
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	12
3. GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA .....	13
3.1 ASPECTOS TÉCNICOS DE FUNCIONAMENTO.....	13
3.2 IMPACTOS NA QUALIDADE DE ENERGIA OCASIONADOS PELA ENERGIA FOTOVOLTAICA ...	18
4. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) .....	20
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	23
5.1 PROJETO DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA DO CONDOMÍNIO ATMOSPHERA ECO RESIDENCE EM LAGOA SECA-PB .....	23
5.2 INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA, PARA TESTES DE INVERSOR, NO ESTACIONAMENTO DA TERMOPE EM SUAPE - PE.....	24
5.3 INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA NO LEPER\UFRN EM NATAL-RN.....	27
5.4 SUPERVISÃO E INSTALAÇÃO DE UM INVERSOR NO LABORATÓRIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DA UFCG EM CAMPINA GRANDE-PB .....	35
5.5 ACOMPANHAMENTO E SUPERVISÃO DE PARTE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO ESTÁDIO ERNANI SÁTIRO EM CAMPINA GRANDE - PB .....	37
5.6 COTAÇÕES E ATUALIZAÇÃO DE COTAÇÕES DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS DE SISTEMAS ADUTORES DA CAPEPA.....	39
5.7 COTAÇÕES DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS DO SPDA DO CENTRO DE LANÇAMENTO DA BARREIRA DO INFERNO (CLBI) EM PARNAMIRIM - RN .....	39
5.8 INSPEÇÃO E ELABORAÇÃO DE LAUDO DO SPDA DA EPASA EM JOÃO PESSOA - PB .....	40
6. CONCLUSÃO .....	42
REFERÊNCIAS .....	43
APÊNDICE A – PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS DE SUPORTE DOS PAINÉIS .....	44
APÊNDICE B – EXEMPLO DE PEDIDO DE COMPRA .....	45
APÊNDICE C – EXEMPLO DE DIÁRIO DE OBRA.....	46

# 1. INTRODUÇÃO

O estágio integrado tem como objetivo colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante o curso, sendo de grande importância para familiarizar o profissional no ambiente do mercado de trabalho.

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas na disciplina de Estágio Integrado do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, realizado na Viridis Engenharia LTDA, com sede na cidade de Campina Grande – PB. O estágio ocorreu no período de 14 de Julho a 30 de Novembro de 2014, totalizando 660 horas.

No Capítulo 2 são apresentados uma breve introdução sobre a Viridis Engenharia e nos Capítulos 3 e 4 são expostos, respectivamente, alguns conceitos básicos sobre geração de energia fotovoltaica e Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

No Capítulo 5 são descritas as atividades realizadas durante o período de estágio, sendo elas, o projeto de microgeração fotovoltaica do condomínio Atmospha ECO Residence em Lagoa Seca - PB, instalações fotovoltaicas, para testes de Inversor, no estacionamento da Termopernambuco (TERMOPE) em Suape - PE e no Laboratório de Eletrônica de Potência e Energia Renováveis da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (LEPER/UFRN) em Natal-RN, instalação de um inversor no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campina Grande-PB, acompanhamento e supervisão de parte das instalações elétricas do estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB, cotações e atualização de cotações de equipamentos, materiais e serviços de sistemas adutores da Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAPEPA), cotação de equipamentos, materiais e serviços do SPDA do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) em Parnamirim - RN e inspeção elaboração de laudo do SPDA da Centrais Elétricas da Paraíba S.A. (EPASA) em João Pessoa – PB

Por fim, no Capítulo 6 são expostas as conclusões sobre o estágio.

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A VIRIDIS Engenharia é uma empresa com foco em consultoria, execução e projetos de engenharia. Formada por engenheiros eletricitas, com comprovada experiência, nas áreas de projetos e implantação de sistemas elétricos de potência, saneamento, sistemas de supervisão e controle e gestão de projetos. A empresa está sediada na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil e também possui escritório em João Pessoa, Paraíba, Brasil e seu logotipo atual pode ser observado na **Figura 2.1**.



**FIGURA 2.1**– LOGOTIPO ATUAL VIRIDIS ENGENHARIA.

Fonte: Viridis Engenharia LTDA (2014).

Os serviços prestados pela empresa são:

- Execução de projetos de instalações elétricas;
- Inspeção e elaboração de prontuários de SPDA;
- Desenvolvimento de projetos de engenharia;
- Especificações técnicas de equipamentos;
- Análise técnica de projetos elétricos;
- Suporte técnico para aquisição de equipamentos e materiais;
- Projetos de automação e sistemas de supervisão e controle;
- Gestão de Projetos;
- Consultoria em eficiência energética e no processo de migração para o mercado livre: técnica, administrativa e legal;
- Geração distribuída e co-geração;
- Micro e mini geração: estudo de viabilidade, projeto e instalação de sistemas com fontes alternativas de energia;
- Projetos de plantas de geração de energia elétrica com base na tecnologia fotovoltaica;
- Instalação e manutenção de sistemas de geração fotovoltaica.

### 3. GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

A geração de energia fotovoltaica é obtida por Painéis Fotovoltaicos (PV) que são capazes de converter a energia luminosa (geralmente proveniente do sol) diretamente em energia elétrica. Para tal faz-se uso do conhecido efeito fotovoltaico, cuja descoberta, de acordo com McLean-Conner (2009), data do ano de 1839 e deve-se a Alexandre-Edmond Becquerel. Entretanto as primeiras células fotovoltaicas foram somente construídas anos mais tarde, em 1883, por Charles Fritts, que utilizou camadas extremamente finas de ouro para cobrir o selênio semicondutor.

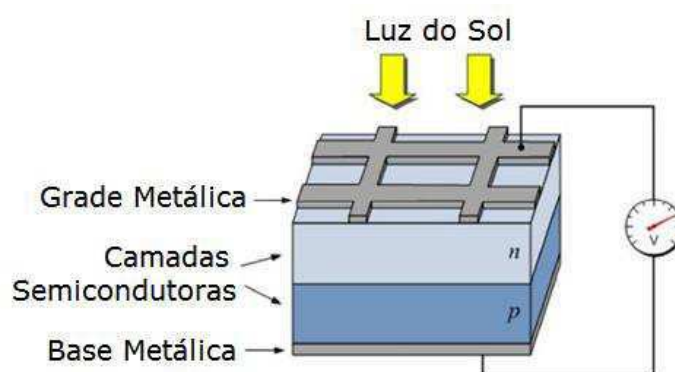
#### 3.1 ASPECTOS TÉCNICOS DE FUNCIONAMENTO

Segundo Willis e Walter (2000) As células fotovoltaicas também conhecidas como células solares ou, do inglês, *Solar Cells*, conhecidas por serem capazes de converter a energia luminosa em energia elétrica, ou seja, nas quais se verifica o efeito fotovoltaico, são materiais semicondutores nos quais são formadas junções *pn*, capazes de gerar energia elétrica quando submetidas a ondas luminosas geralmente com comprimentos de onda com valores próximos aos da luz solar.

De acordo com Farret e Simões (2006) A eficiência da conversão de energia luminosa em energia elétrica por parte desses materiais semicondutores atualmente varia de 3 a 31% e é função da tecnologia presente no material semicondutor, do espectro da luz incidente, da temperatura e do formato da célula. Estes autores explicam ainda que as células fotovoltaicas podem ser entendidas basicamente como baterias de baixa tensão (aproximadamente 0,6 V) que são constantemente recarregadas de forma proporcional à incidência luminosa sobre a superfície das células. Para se obter valores mais altos de tensão e de corrente, as células fotovoltaicas são então conectadas em série e em paralelo, respectivamente, formando o que vem a ser chamado de vetor fotovoltaico, base dos painéis fotovoltaicos.

A estrutura de uma célula fotovoltaica é bastante fácil de ser entendida. As células comercializáveis geralmente são construídas sobre uma camada de metal e cobertas por uma camada de vidro (com baixo coeficiente de reflexão) de forma a proteger a célula do tempo e de materiais e substâncias que podem ser encontrados na atmosfera. A parte ativa da placa é

formada por duas finas camadas de materiais semicondutores, uma dopada do tipo  $n$  sobre outra dopada do tipo  $p$ , que forma a já mencionada junção  $p-n$ , na qual se verifica o efeito fotovoltaico. Sobre essas camadas de semicondutores há um *grid* metálico responsável por conectar as células em série e em paralelo em um painel e coletar a corrente para um circuito externo. Sobre esta camada metálica há geralmente outra de um material antirreflexo que geralmente reduz as perdas por reflexão a valores abaixo de 5%. Toda esta estrutura pode ser visualizada na **Figura 3.1**.



**Figura 3.1** – Ilustração da estrutura típica de uma célula fotovoltaica.

Fonte: VILLALVA E GAZOLI (2012).

Diferentes tecnologias podem ser utilizadas para a fabricação de células fotovoltaicas. Segundo Guarizi (2010), Atualmente a tecnologia mais empregada é a baseada em Silício Poli-e Mono-cristalino, respectivamente poli-Si e mono-Si, que representa cerca de 95% de todas as células fotovoltaicas existentes no mercado.

Além desta, existem também tecnologias baseadas em Silício Amorfo, a-Si, em Telureto de Cádmio, CdTe, e em Cobre-Índio-Selenídeo, CIS, também conhecidas comercialmente como células de filme fino, com participações respectivamente de 3,7%, 1,1% e 0,2% no mercado de células fotovoltaicas mundial.

Vale neste ponto também a ressalva de que existem também células fotovoltaicas baseadas em Arsenieto de Gálio, AsGa, com ótimas características elétricas e alto rendimento (cerca de 28%). Estas apresentam, entretanto, altos custos de fabricação tornando sua produção comercial praticamente proibitiva e sendo utilizadas somente em satélites artificiais.

Conforme acima citado, para o caso das células fotovoltaicas baseadas em tecnologias de Arsenieto de Gálio, os materiais utilizados na fabricação das células determinam seu custo e sua eficiência da transformação fotovoltaica. Este valor representa uma relação entre a potência elétrica e a irradiação incidente sobre a célula e é definido pela **Equação (1)**.

$$\eta = \frac{P_{max}}{A \cdot I}, \quad (1)$$

onde  $P_{max}$  é a potência elétrica em watts (W) no ponto máximo de fornecimento da célula,  $A$  é a área em metros quadrados ( $m^2$ ) efetivamente ocupados pelo material semicondutor e  $I$  a intensidade da irradiação solar incidente sobre a área efetiva da célula em por metro quadrado ( $W/m^2$ ).

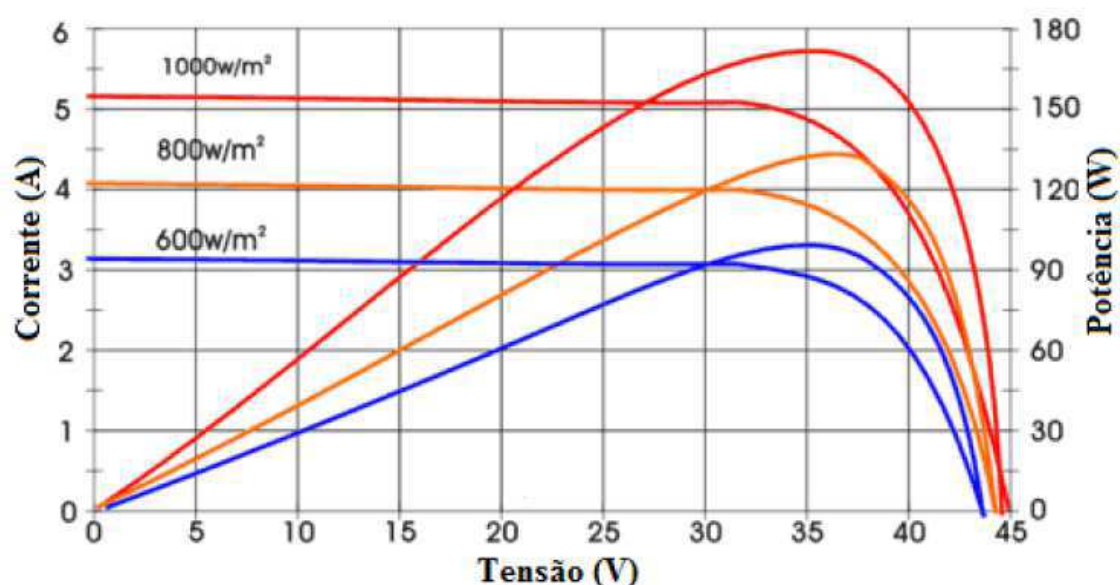
Interessante é, também, manipular a **Equação (1)** da eficiência da transformação fotovoltaica, multiplicando numerador e denominador pelo tempo. Desta forma pode se obter uma relação direta entre a energia elétrica gerada em determinado período  $E_E$  (por exemplo, um dia) e a energia solar incidente no mesmo período de tempo  $E_S$  sobre o painel, conforme a **Equação (2)**.

$$E_E = E_S \cdot A \cdot \eta, \quad (2)$$

Deve-se ressaltar novamente aqui que a potência de saída de um painel fotovoltaico não depende somente do material semicondutor utilizado na fabricação das células fotovoltaicas, que reflete na eficiência da transformação fotovoltaica da área efetiva sobre a qual a energia luminosa incide e da energia incidente, conforme a equação anterior pode levar a acreditar. Segundo Farret e Simões (2006), a potência de saída de um painel fotovoltaico depende também, como anteriormente citado, de outros fatores, dentre os quais estão: a temperatura ambiente, o ângulo de incidência da luz sobre as células e as condições ambientes. De acordo com estes autores, as células são testadas a temperaturas ambientes de 25 °C. Entretanto observa-se na prática que a potência de saída tende a diminuir com o aumento desta temperatura, verificando-se geralmente uma queda no valor de tensão maior do que um aumento no valor da corrente. Fala-se, portanto, em quedas que vão de 0,16 a 0,33% na potência de saída para cada grau Celsius que se aumenta, acima do valor para o qual o painel foi testado. Além disso, verifica-se também na prática que painéis fotovoltaicos



apresentam também quedas na potência de saída para temperaturas bem frias. A **Figura 3.2** apresenta curvas típicas para a relação entre tensão-corrente e tensão-potência de painéis fotovoltaicos. O valor de tensão máxima é obtido para o caso no qual não há corrente e, portanto, é conhecido como tensão em circuito aberto,  $V_{OC}$ . Por outro lado, a corrente máxima que o painel é capaz de produzir se dá para uma tensão igual a 0 V e, portanto é conhecido como corrente de curto circuito,  $I_{CC}$ .

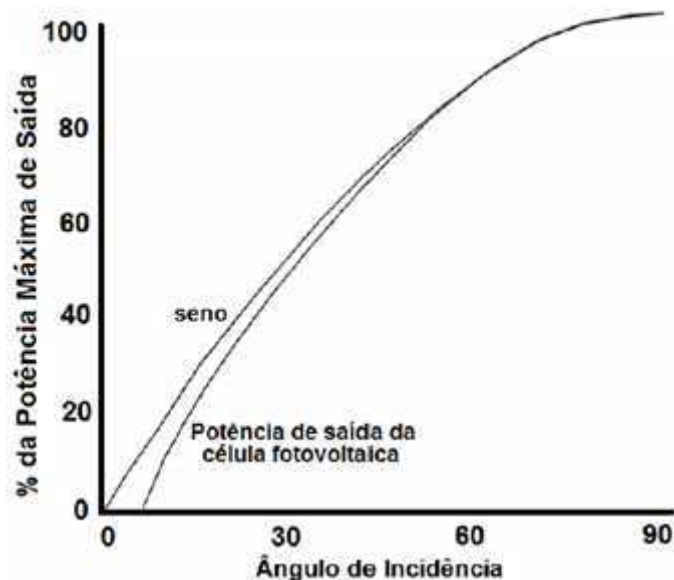


**Figura 3.2** – Gráfico das características típicas de tensão-corrente e tensão-potência para painéis fotovoltaicos. Fonte: SOLARPOWER (2011).

É interessante verificar a partir da **Figura 3** que qualquer aumento no valor de corrente, ocasionado, por exemplo, devido a um aumento da energia luminosa incidente sobre o painel fotovoltaico, resulta em uma redução da tensão de saída do painel. Além disto, a Figura 9 mostra também uma característica típica dos painéis fotovoltaicos: estes, em sua maioria, geram uma tensão de circuito aberto geralmente com um fator 1,5 maior do que a tensão ótima de operação, para a qual se obtém a potência máxima de saída. Não somente isto, é possível verificar também que para grande parte da curva, há uma característica praticamente plana para a relação tensão-corrente.

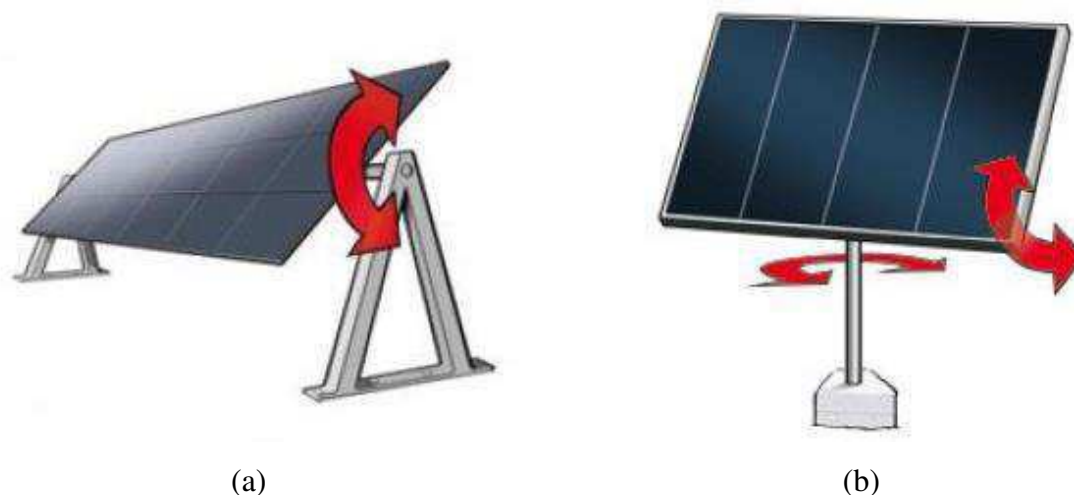
A **Figura 3.3** apresenta outro detalhe importante dos painéis fotovoltaicos: a potência de saída destes depende também do ângulo de incidência da energia luminosa sobre o painel. É possível verificar a partir desta figura que a potência de saída descreve praticamente uma

curva senoidal em função do ângulo de incidência e apresenta, portanto, um máximo para uma incidência de energia perpendicular ao painel.



**Figura 3.3** – Gráfico da Potência de saída da célula fotovoltaica *versus* o ângulo de incidência.  
Fonte: WILLIS; SCOTT (2000).

A partir deste conhecimento, de que o ângulo de incidência é fator determinante na potência de saída, desenvolveram-se estruturas diferentes para os painéis fotovoltaicos, que permitem um melhor aproveitamento da energia luminosa. O painel mais simples é o fixo, que como o nome já diz, não permite nenhum tipo de variação de sua posição e inclinação, que não seja manual. Em contrapartida, outros dois tipos de painéis se destacam em questão de aproveitamento da energia luminosa. O primeiro deles é o painel *Single-Axis Tracking* que permite ajustar a inclinação do painel em um eixo de rotação. Desta forma é possível alterar a inclinação do painel de acordo com a hora diária de forma a permitir que a incidência da energia luminosa fique mais próxima possível da incidência perpendicular. Além deste, existem também painéis *Dual-Axis Tracking* que permitem o ajuste da inclinação do painel em dois eixos de rotação, apresentando desta forma uma possibilidade de se obter quase sempre uma incidência perpendicular da energia luminosa e, com isso, um aproveitamento quase ótimo da energia solar. Estes diferentes tipos de painéis podem ser vistos na **Figura 3.4**.



**Figura 3.4** – Ilustrações de Painéis (a) *Single* e (b) *Dual-Axis Tracking*.

Fonte: SWITCH (2011).

Outro detalhe importante do funcionamento de painéis fotovoltaicos é citado e descrito por Willis e Scott (2000). De acordo com estes autores, se parte de um painel forem cobertas por alguma sombra, as células fotovoltaicas cobertas pela sombra deixarão de gerar energia elétrica e, além disso, se tornarão do ponto de vista das células não cobertas pela sombra, cargas resistivas que degradarão a eficiência do painel. Para evitar este cenário, os painéis fotovoltaicos atualmente comercializados apresentam, além das células fotovoltaicas, também circuitos construídos com diodos, de tal forma a evitar e reduzir este tipo de efeito.

### 3.2 IMPACTOS NA QUALIDADE DE ENERGIA OCACIONADOS PELA ENERGIA FOTOVOLTAICA

Existem diversas normas e procedimentos a serem cumpridas para a conexão de sistemas fotovoltaicos a rede de distribuição de energia elétrica a fim de manter o padrão de qualidade de energia.

Nos sistemas de energia solar fotovoltaica é necessária a utilização dos inversores CC-CA para a conexão com a rede de distribuição de energia elétrica. Esse inversor é preparado para fornecer corrente elétrica para a rede funcionando como fonte de corrente. Na ausência ou falha no fornecimento de energia da concessionária, o inversor interrompe a ligação com a rede, por não ser projetado para operar sem a rede elétrica e por motivos de segurança (VILLALVA E GAZOLI, 2009).

Segundo Villalva e Gazoli (2009) o inversor conectado a RDEE realiza apenas o controle da corrente fornecida. Essa corrente injetada na rede é sincronizada com a tensão da rede elétrica, o que significa que a frequência rigorosamente é a mesma da rede. As faixas de frequência podem ser diferentes de acordo com a norma de cada país, mas geralmente as variações de frequência para a operação do inversor são muito pequenas.

As topologias mais comuns para fazer a conversão CC-CA são tensão imposta (VSI), corrente imposta (CSI). A Modulação por largura de pulso (PWM - *pulse-width modulation*) é a mais utilizada nos inversores de frequência atuais. Nesta topologia pode ocorrer a injeção de corrente contínua na rede pelo inversor devido à assimetria entre os semiciclos positivo e negativo de corrente afetando a qualidade de energia. Essa assimetria, causada por diferenças nas larguras de pulsos da tensão chaveada na saída do inversor, deve ser mantida dentro do limite recomendado (VILLALVA E GAZOLI, 2009).

De acordo com Villalva e Gazoli (2009) a distorção harmônica total (DHT) da corrente injetada pelo inversor não pode ser superior a 5%. Além de reduzir a eficiência do inversor, a distorção harmônica produz interferências eletromagnéticas e distúrbios na operação de outros equipamentos conectados a rede. Os inversores que produzem correntes de saída distorcidas além de não serem homologados de acordo com as normas não devem ser adquiridos pelo consumidor, evitando os problemas de qualidade de energia.

## 4. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

Segundo a NBR 5419, SPDA é um sistema completo destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. Para tanto, escoando ao solo, no caminho mais curto e rápido, os raios que porventura venham a atingir a edificação em que está instalado.

Sua função é oferecer, em caso de descarga elétrica, um caminho preferencial à passagem de corrente, reduzindo os riscos de sua incidência sobre as estruturas e proteger, assim a edificação e, em consequência, as pessoas que se situam em seu interior.

O SPDA é tipicamente classificado em função do nível de proteção. São quatro os níveis de proteção, sendo o nível 1 o mais rigoroso e o nível 4 o menos rigoroso.

O nível de proteção aplicável à determinada estrutura é calculado levando e conta dois tipos de análise:

- A avaliação do risco de exposição, que compreende uma análise estatística da densidade de descargas atmosféricas em uma região;
- A avaliação geral da estrutura, levando em conta o tipo de ocupação da estrutura, a natureza da construção, valor do seu conteúdo, a localização e a altura da estrutura.

Outra classificação possível do SPDA é em função do método de captação utilizado. Podem ser utilizados os seguintes métodos:

- Método Franklin: Se baseia no uso de captores pontiagudos colocados em mastros verticais para se aproveitar os efeitos das pontas. O volume protegido tem a forma de um cone formado pelo giro de um triângulo em torno do mastro, como pode ser observado na **Figura 4.1**. O ângulo de abertura do triângulo é dado pela NBR 5419 em função da altura do captor e nível de proteção;
- Método Gaiola de Faraday: caracterizado pela instalação de condutores horizontais ou inclinados interligados em forma de malha, como pode ser observado na

**Figura 4.2.** A vantagem do método é oferecer inúmeros pontos de impacto. Ideal para construções extensas como galpões ou altas como prédios. Pode ser utilizado em conjunto com o método Franklin;

- Método eletrogeométrico: também designado método da esfera rolante ou fictícia, serve para delimitar o volume de proteção dos captores de um SPDA e seu posicionamento, baseando-se no mecanismo de formação das descargas atmosféricas. Os captores podem ser constituídos de hastes, cabos ou de uma combinação de ambos e pode ser observado na **Figura 4.3.**



**Figura 4.1** –Fotografia de captor tipo Franklin.

Fonte: TERMOTÉCNICA PARA-RAIOS (2014).



**Figura 4.2** – Ilustração de SPDA tipo Gaiola de Faraday.

Fonte: COMPLETA AUTOMAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTALAÇÃO ELÉTRICA (2014).



**Figura 4.3** – Fotografia de SPDA tipo eletrogeométrico.

Fonte: BOETEC INSTALAÇÕES (2014).

Além disso, podemos classificar o SPDA em externo ou estrutural. O estrutural se aproveita da estrutura da edificação como subsistema de descida, portanto, deve ser instalado concomitantemente com a sua construção. Já o SPDA externo utiliza-se de condutores de descidas instalados do lado de fora da edificação.

## 5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo são descritas as principais atividades desenvolvidas durante o período de estágio, tais como atividades comerciais e administrativas no escritório da empresa e técnicas em campo.

### 5.1 PROJETO DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA DO CONDOMÍNIO ATMOSPHERA ECO RESIDENCE EM LAGOA SECA-PB

O projeto de microgeração fotovoltaica *on grid*, para atender as instalações elétricas do condomínio Atmosphaera ECO Residence, possui capacidade de geração de 1,05 kWp e será instalado em conjunto a uma microgeração eólica de 2,4 kW de potência, já instalada no local, porém desconectada da rede, para atender a redução dos gastos de demanda da sauna e do salão de festas. Os principais componentes da instalação são:

- 03 painéis da GK Solar Power, modelo GK280WP156-72P, de 0,28kWp de potência;
- 01 painel da ECSolar, modelo ECS-210D72, de 0,21 kWp de potência;
- 04 inversores da Enphase modelo M250;
- 01 aerogerador de eixo horizontal da SouthWest Wind Power, modelo Skystream 3.7, de 2,4 kW de potência;
- 01 Transformador Isolador Monofásico, com Potência de 1,2 kVA, Tensão do Primário de 220V, Tensão do Secundário de 240 V e Frequência de 60 Hz produzido pela Bluetrafo e utilizado para alimentação dos inversores;
- 01 Chave Seccionadora da WEG modelo RIW160.

Nesta atividade foram executados:

- Ajustes, solicitados pela Energisa, sendo, os principais, a utilização de um involucro (caixa), com tampa transparente e índice de proteção adequado ao



uso externo, ou seja, no mínimo IP65, para acomodação do dispositivo de seccionamento visível (DSV);

- Alterações no diagrama esquemático, utilizando o AutoCAD, em conformidade com a norma de distribuição unificada – NDU-001, para medidores bidirecionais, onde o disjuntor de entrada deve estar após a medição;
- Cálculo e elaboração de planilha de cálculos da estimativa da potência gerada e demandada, realizados no Microsoft Excel com auxílio de tabelas de valores de irradiação solar (SUNDATA, 2014) (SWERA, 2014) e velocidade dos ventos (SWERA, 2014) na região de instalação;
- Elaboração de memorial técnico descritivo;
- Elaboração de lista, cotação e compra de materiais necessários à instalação;
- Elaboração, no AutoCAD, do projeto das estruturas metálicas de suporte dos painéis, como pode ser observado no Apêndice A.

Atualmente o projeto encontra-se com os painéis fixados no local de instalação e com todos os materiais necessários a conclusão das instalações elétricas adquiridos, restando apenas realizar as instalações elétricas.

## 5.2 INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA, PARA TESTES DE INVERSOR, NO ESTACIONAMENTO DA TERMOPE EM SUAPE - PE

A instalação fotovoltaica *off grid* no estacionamento da TERMOPE em Suape – PE foi realizada para testes de um inversor, que pode ser observado na **Figura 5.1**, produzido pelo próprio contratante.



**Figura 5.1** – Fotografia da parte interna do abrigo para inversor, sistema de proteção e conjunto de baterias.

Fonte: Próprio autor (2014).

Neste projeto já haviam no local as estruturas metálicas de fixação e os principais componentes da instalação são:

- 08 painéis da Kyodera de 0,21 kWp de potência;
- 15 baterias Moura Clean 12MC150;
- 01 inversor de fabricação do próprio contratante, de 2,0 kW de potência;
- 01 quadro contendo o sistema de proteção, composto por fusíveis e disjuntores de corrente contínua.

O escopo desta atividade consistiu em:

- Elaboração de lista, cotação e compra de materiais necessários à instalação;
- Supervisão e auxílio na execução da fixação dos painéis nas estruturas metálicas (como pode ser observado na **Figura 5.2**), das conexões elétricas dos painéis fotovoltaicos, baterias e inversor e sistema de proteção e do sistema de aterramento;
- Gerenciamento e instrução técnica de equipe de campo.



**Figura 5.2** – Fotografia da fixação nos suportes e conexões elétricas do arranjo de painéis instalados.

Fonte: Próprio autor (2014).

Atualmente o projeto encontra-se concluído, como pode ser observado na **Figura 5.3**.



**Figura 5.3** – Fotografia da visão geral de toda a instalação.

Fonte: Próprio autor (2014).

### 5.3 INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA NO LEPER\UFRN EM NATAL-RN

O projeto de instalação fotovoltaica *off grid*, para atender a testes de aplicação e implementação realizados pelo Laboratório de Eletrônica de Potência e Energias Renováveis da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - LEPER /UFRN e que consiste em três plantas fotovoltaicas, sendo uma fixa de 1,0 kWp, uma rastreador de 1,0 kWp e uma fixa de 8,0 kWp.

Neste projeto a instalação do inversor, será executada posteriormente e será de responsabilidade dos integrantes do LEPER.

Os principais componentes da instalação são:

- 32 painéis da Yingli modelo YL245P-29b de 0,245 kWp utilizados na planta fixa de 8,0 kWp e esta planta consiste em um arranjo formado de quatro colunas de oito painéis, onde os elementos de cada coluna são conectados em série entre si e cada coluna é conectada em paralelo entre si;
- 04 painéis da Yingli modelo YL245P-29b de 0,245 kWp utilizados na planta fixa de 1,0 kWp e conectados em série entre si;
- 04 painéis da Yingli modelo YL245P-29b de 0,245 kWp utilizados na planta rastreador de 1,0 kWp e conectados em série entre si;
- 01 quadro de barramentos, para realização da associação em paralelo as colunas da planta fixa de 8,0 kWp;
- 02 quadros contendo os sistemas de proteção das plantas fixas e rastreador, composto por fusíveis e disjuntores de corrente contínua;
- 01 motor de indução, trifásico de 4 polos, potência de ¼ cv e rotação nominal de 1720 rpm, interligado a uma dupla caixa de redução, com redução total de 1200:1;
- 01 quadro geral para a concentração dos três pontos de geração das plantas fotovoltaicas e do sistema de proteção do motor que traciona a planta rastreador;
- 01 sistema de controle de acesso ao LEPER, composto por 01 sensor biométrico e 01 fechadura eletrônica.

O escopo desta atividade consistiu em:

- Elaboração de lista, cotação e compra de materiais necessários à instalação como pode ser observado no Apêndice B;
- Elaboração, no AutoCAD, do projeto das estruturas metálicas das plantas fixas;
- Supervisão da instalação do suporte metálico e da fixação dos painéis nas estruturas metálicas, como pode ser observado na **Figura 5.4**, **Figura 5.5(a)**, **Figura 5.5(b)**, **Figura 5.6** e **Figura 5.7**;
- Supervisão e auxílio na execução da instalação, das conexões elétricas dos painéis fotovoltaicos, dos quadros de sistemas de proteção e dos sistemas de aterramento das três plantas fotovoltaicas, como pode ser observado na **Figura 5.8**, **Figura 5.9**, **Figura 5.10**, **Figura 5.11**, **Figura 5.12** e **Figura 5.13**;
- Verificação das tensões resultantes das plantas, como pode ser observada na **Figura 5.14**;
- Teste de acionamento do motor da planta rastreador, como pode ser observado na **Figura 5.15**;
- Elaboração de diários de obras, como pode ser observado no Apêndice C;
- Elaboração de *layout* de instalação elétrica do projeto, utilizando o Microsoft Visio;
- Gerenciamento e instrução técnica de equipes de campo da própria empresa e terceirizadas.



**Figura 5.4** – Fotografia da instalação das estruturas metálicas do suporte dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).





(a)



(b)

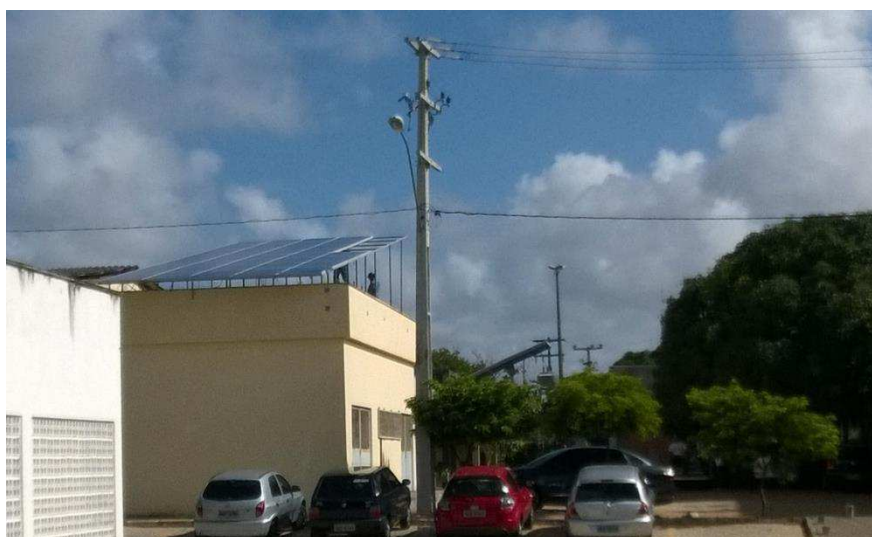
**Figura 5.5** – Fotografia da (a) vista lateral e (b) traseira da instalação das estruturas metálicas do suporte dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



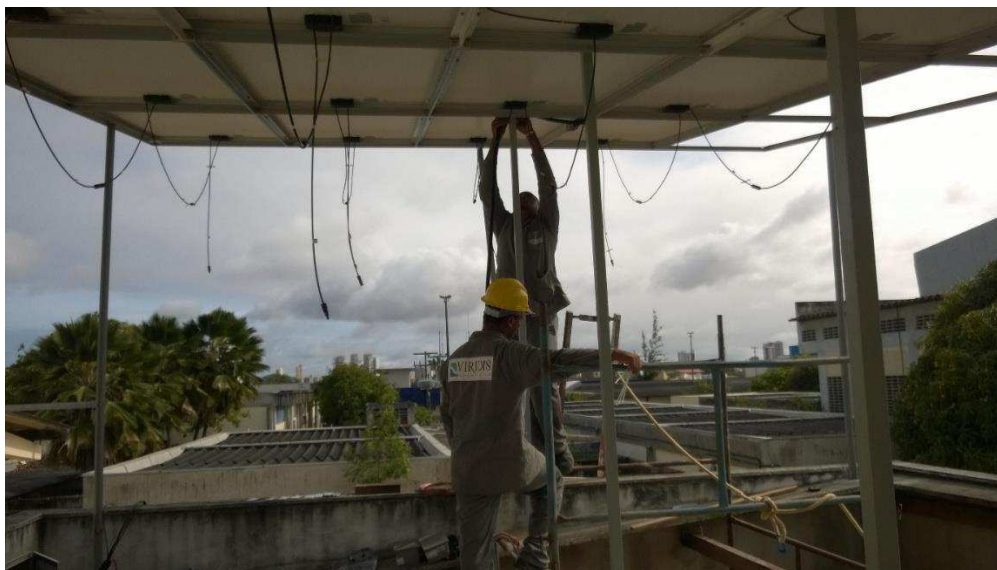
**Figura 5.6** – Fotografia da fixação dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no suporte metálico no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.7** – Fotografia da vista frontal dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.8** – Fotografia do processo de conexão dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.9** – Fotografia do processo de conexão dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas aos quadros elétricos no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).





**Figura 5.10** – Fotografia estrutura metálica de suporte do arranjo de painéis fotovoltaicos da planta rastreadora no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.11** – Fotografia do içamento da estrutura metálica de suporte do arranjo de painéis fotovoltaicos da planta rastreadora no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.12** – Fotografia do processo de conexões elétricas dos painéis fotovoltaicos da planta rastreadora no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.13** – Fotografia da instalação do quadro geral das plantas fixas e rastreador no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.14** – Fotografia da verificação das tensões dos arranjos de painéis fotovoltaicos das plantas fixas no LEPER/UFRN.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.15** – Fotografia instalação da chave de testes do funcionamento do motor da planta rastreadora.

Fonte: Próprio autor (2014).

Atualmente o projeto encontra-se concluído.

## 5.4 SUPERVISÃO E INSTALAÇÃO DE UM INVERSOR NO LABORATÓRIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DA UFCG EM CAMPINA GRANDE-PB

O projeto de instalação de um inversor Xantrex XW6048-120/240-60 no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG tem a finalidade de atender a testes de aplicação e implementação a serem realizados pelo referido laboratório com painéis fotovoltaicos próprios instalados no teto do laboratório, e que podem ser observados na **Figura 5.16**



**Figura 5.16** – Fotografia dos arranjos de painéis, a serem escolhidos, para serem conectados ao inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.

Fonte: Próprio autor (2014).

O escopo desta atividade consistiu em:

- Elaboração de lista de materiais necessários à instalação;
- Supervisão e auxílio da fixação, da instalação e das conexões elétricas do inversor e demais componentes, como pode ser observado na **Figura 5.17**, **Figura 5.18** e **Figura 5.19**;
- Verificação das tensões resultantes das plantas;
- Elaboração de *layout* de instalação elétrica do projeto, utilizando o Microsoft Visio;
- Gerenciamento e instrução técnica de equipes.





**Figura 5.17** – Fotografia do processo de fixação do inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.18** – Fotografia do inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.19** – Fotografia do processo de instalação elétrica do inversor instalado no Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos da UFCG.

Fonte: Próprio autor (2014).

Atualmente o projeto encontra-se aguardado conclusão das instalações e então será realizado a configuração do inversor.

## 5.5 ACOMPANHAMENTO E SUPERVISÃO DE PARTE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO ESTÁDIO ERNANI SÁTIRO EM CAMPINA GRANDE - PB

Este projeto consisti na reforma de toda as instalações elétricas do Estádio Ernani Sátiro (O Amigão) em Campina Grande – PB. Dentro do período de estágio foram realizadas algumas visitas esporádicas e pode-se acompanhar e supervisionar as instalações elétricas realizadas no referido local, como pode ser observado na **Figura 5.20**, **Figura 5.21** e **Figura 5.22**.



**Figura 5.20** – Fotografia do processo de fixação de eletrodutos rígidos de PVC e luminárias, utilizando plataforma elevatória do tipo tesoura, no Estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.21** – Fotografia do processo de fixação de condutores de PVC no Estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.22** – Fotografia do processo instalação de refletores, para iluminação do estacionamento, no Estádio Ernani Sátiro em Campina Grande - PB.

Fonte: Próprio autor (2014).

Atualmente esta obra encontra-se em fase de conclusão.

## 5.6 COTAÇÕES E ATUALIZAÇÃO DE COTAÇÕES DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS DE SISTEMAS ADUTORES DA CAPEPA

Esta atividade consistiu em adequações, cotações e atualizações de cotações de equipamentos, materiais e serviços do projeto executivo de automação do sistema adutor Patos – Assunção, que ao longo de 80 km passará pelos municípios de Assunção, Quixaba, Cacimba de Areia, Café do Vento, Passagem, Areia de Baraúnas, Salgadinho e Patos

Realização de cotações e atualizações de cotações de equipamentos, materiais e serviços do projeto executivo de automação do sistema adutor de Jandaia, do qual fazem parte os municípios de Solânea, Bananeiras, Cacimba de Dentro (incluindo os distritos Logradouro e Barreiros), Araruna, Damião, Riachão, Dona Inês e Tacima.

Atualmente o projeto encontra-se em fase de conclusão

## 5.7 COTAÇÕES DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS DO SPDA DO CENTRO DE LANÇAMENTO DA BARREIRA DO INFERNO (CLBI) EM PARNAMIRIM - RN

Esta atividade consistiu em na realização de cotações de equipamentos, materiais e serviços com a finalidade de se obter um valor competitivo para participar do processo licitatório de instalação do SPDA no Centro de Lançamento da Barreira do Inferno, pertencente a Aeronáutica brasileira e situado em Parnamirim - RN

Atualmente o projeto encontra-se aguardando resultado licitatório.



## 5.8 INSPEÇÃO E ELABORAÇÃO DE LAUDO DO SPDA DA EPASA EM JOÃO PESSOA - PB

Esta atividade consistiu na inspeção do SPDA, do tipo Gaiola de Faraday, da termelétrica EPASA e foi realizado em três etapas:

- Medição de resistência, como pode ser observado na **Figura 5.23**, de todas as descidas, das edificações que possuíam SPDA, e de todos os pontos de aterramento, das edificações que não possuíam SPDA, totalizando 23 edificações, com o intuito de identificar desconformidades com o valor máximo de  $10 \Omega$  estabelecido pela norma NBR 5419:2005;
- Preenchimento de ficha de inspeção baseada em um *check list* da norma NBR 5419:2005 em relação as características construtivas encontradas nas edificações;
- inspeção visual, como pode ser observado na **Figura 5.24**, com o intuito de identificar e documentar desconformidades em relação ao projeto inicial do SPDA.

Por fim foi elaborado um laudo contendo os problemas encontrados e medidas a serem tomadas para sanar as desconformidades.



**Figura 5.23** – Fotografia do processo de medição de resistência, utilizando alicate terrômetro, na SE Termonordeste da EPASA em João Pessoa - PB.

Fonte: Próprio autor (2014).



**Figura 5.24** – Fotografia do processo de inspeção visual do SPDA da parte superior da guarita da EPASA em João Pessoa - PB.

Fonte: Próprio autor (2014).

Atualmente o projeto encontra-se em fase de conclusão.

## 6. CONCLUSÃO

Diversas atividades foram desenvolvidas, no período do estágio integrado, nos mais diversos ambientes da empresa permitindo um estágio que agregasse um amplo conhecimento. Foram necessárias diversas habilidades, com destaque para o trabalho em equipe, resolução rápida de problemas, relacionamentos interpessoais, tomada de decisão e análise de custos, o que contribuiu para a formação profissional. Também foram obtidos conceitos de NR10 e conceitos e certificação em NR35.

Durante o estágio foi possível consolidar alguns conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia. As atividades realizadas possibilitaram um maior contato com a prática, vivendo situações que não eram possíveis no ambiente universitário.

As atividades descritas neste relatório mostram a pluralidade de conhecimento necessário para exercer as atividades cabíveis ao engenheiro eletricista. Conhecimento este adquirido durante o curso de Engenharia Elétrica e também pela convivência com os profissionais experientes, que, passaram inúmeros conhecimentos. Em especial, pôde-se aprender a enfrentar as dificuldades de forma rápida e objetiva, diversificadas formas de resolver problemas, e em como planejar, gerenciar e executar obras, equipes e, em menor escala, uma empresa. Sem contar que o convívio com técnicos, engenheiros, pessoas de diferentes personalidades e hierarquias e a missão de cumprir metas determinadas, foram imprescindíveis para aperfeiçoar a formação pessoal e profissional.

Por fim, espera-se que o curso de engenharia elétrica possa oferecer num futuro próximo alguma disciplina com foco em gestão de pessoas e projetos e empreendedorismo, visto que, diversos profissionais formados nesta área atuam em setores que se faz primordial o conhecimento das referidas disciplinas.

## REFERÊNCIAS

BOETEC INSTALAÇÕES. **Proteção atmosférica método eletrogeométrico**. Disponível em: <<http://boetec.webnode.com.br/serviços>>. Acesso em 25 de Nov. de 2014.

COMPLETA AUTOMAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTALAÇÃO ELÉTRICA. **SPDA e Aterramento**. Disponível em: <<http://www.completaautomacao.com.br/serviços.aspx>>. Acesso em 25 de Nov. de 2014.

FARRET, A. F., SIMÕES, M.G. **Intergration of Alternative Energy Sources**, Editora John Willey & Sons, 2006.

GUARIZI, R. D. **Células Fotovoltaicas**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Materiais Elétricos: Compêndio de Trabalhos, 2010.

MC-LEAN-CONNER, P. **Energy Efficiency – Principles and Practices**. Editora PennWell, 2009.

SOLARPOWER – **Current-voltage and Power-voltage curve (175W Panel)**. Disponível em: <<http://www.solarpower-robina.com.au/solar-power/technicalspecifications.htm>> Acesso em 15 de Nov. de 2014.

SWITCH – **Irradiance Gain by Tracking**. Disponível em: <<http://www.switchkingston.ca/wiki/doku.php?id=tracker>> Acesso em 15 de Nov. de 2014.

TERMOTÉCNICA PARA-RAIOS. **Captore Tipo Franklin Uma Descida**. Disponível em: <<http://www.tel.com.br/product/captore-tipo-franklin-uma-descida/>>. Acesso em 25 de Nov. de 2014.

SUNDATA - **Potencial Energético Solar**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/sundata/>>. Acesso em 17 de Jul de 2014.

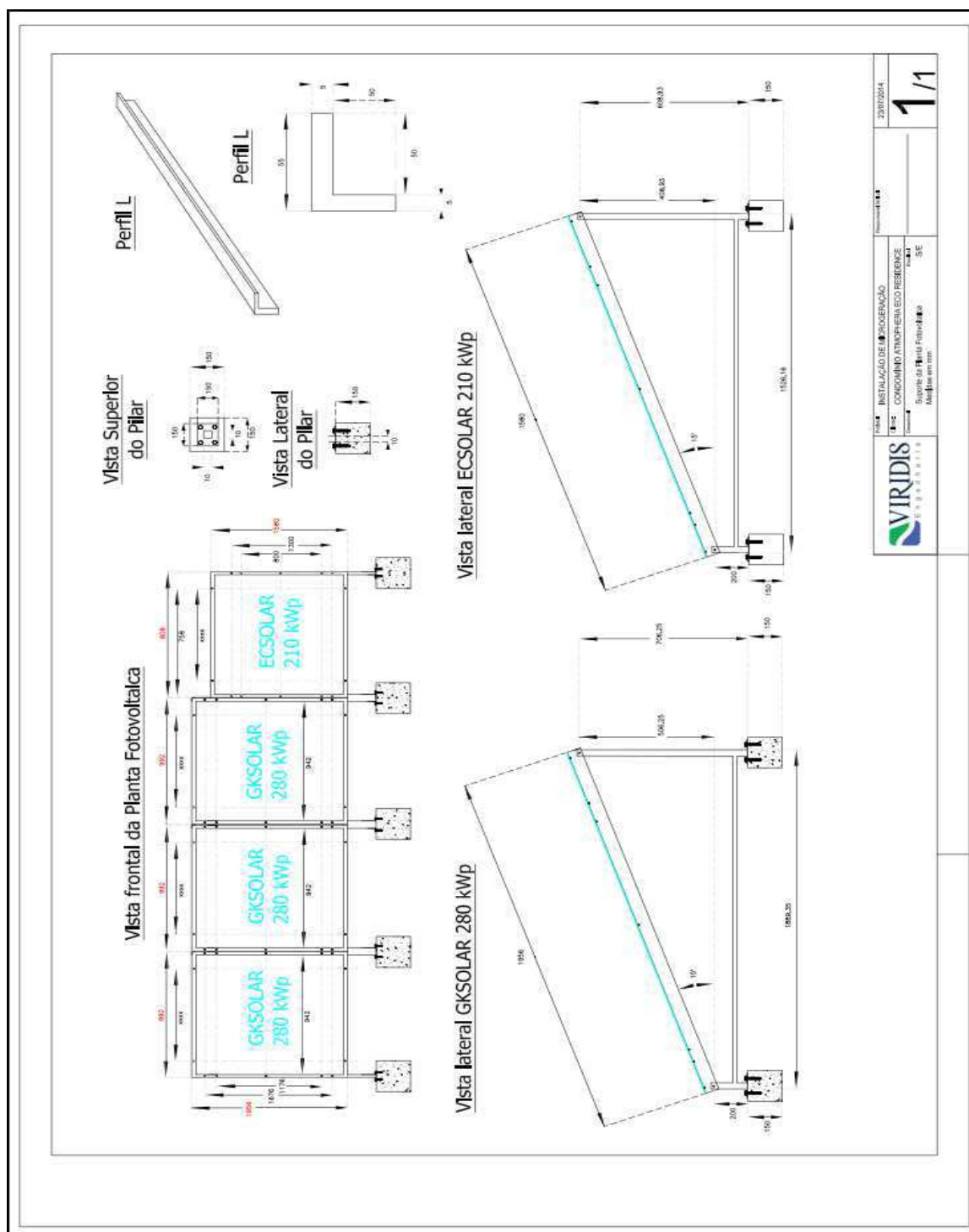
SWERA – **Solar And Wind Energy Resource Assessment**. Disponível em: <<http://maps.nrel.gov/swera>>. Acesso em 17 de Jul de 2014.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia solar fotovoltaica: conceito e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2012. 224 p.

**Viridis Engenharia LTDA**. Disponível em: <<http://viridisengenharia.com.br>>. Acesso em: 03 Dez. 2014.

WILLIS, H. L., WALTER G. S. **Distributed Power Generation**, Editora Macel Dekker, 2000.


# APÊNDICE A – PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS DE SUPORTE DOS PAINÉIS



# APÊNDICE B – EXEMPLO DE PEDIDO DE COMPRA

Data Pedido:	013/14
Obra:	FV - UFRN
Fornecedor:	MEIBOR ACIONAMENTOS
Orçamento nº.:	VM 2411 R1 – 14



## PEDIDO DE COMPRA

<p><b>Cliente:</b> VIRIDIS ENGENHARIA LTDA            CNPJ: 18.602.004/0001-05    IE: ISENTO            Endereço: RUA MONTEVIDEU, 720, SALA 16, PRATA, CAMPINA GRANDE – PB            CEP: 58400-503            Contato: Raphael    Fone: 83 3322-6703            e-mail: administrativo@viridisengenharia.com.br</p>	<p><b>Local da Entrega:</b>            RUA MONTEVIDEU, 720, SALA 16, PRATA            CAMPINA GRANDE – PB            CEP: 58400-503</p>
<p><b>Condição de Pagamento:</b> 40% com pedido, 30 % a 30 ddi + 30 % a 45 ddi.</p>	

**Observações Importantes:**


- E-mail para envio de Nota Fiscal eletrônica Serviço ou Material: [administrativo@viridisengenharia.com.br](mailto:administrativo@viridisengenharia.com.br);
- Nota fiscal deverá ser emitida em nome da Viridis Engenharia Ltda;
- Após análise em vossa oficina, do acionamento anteriormente fornecido (R\$ 1.877,00), e que não atendeu as exigências por mudanças no projeto, será aceito, como forma de pagamento, desde que esteja em perfeito estado, com deságio de 30% no valor da compra do mesmo, totalizando R\$ 1.313,90. Sendo esse valor abatido da compra desse último, com maior potência, com maior potência, nas parcelas faturadas;
- Frete: SEDEX a cobrar.

ITEM	CÓDIGO	QUANTIDADE	UNIDADE	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA	PREÇO/UNI.	IPI	TOTAL	FRETE
01		01	Conj.	Duplo Moto Redutor de roscas sem fim e coroa RM 3 – 7 Acoplados ao motor 1/2 cv – 380 V		R\$ 4.700,00	-	R\$ 4.700,00	SIM

**Total Geral do Pedido (R\$): 4.700,00**

## APÊNDICE C – EXEMPLO DE DIÁRIO DE OBRA

			RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA				
CLIENTE:		UFRN		RELATORIO: 005/2014			
CONTRATO:		DATA: 17/10/2014					
CONDIÇÕES DE TEMPO			INCIDENTES		HORÁRIO DE TRABALHO		
MANHA	TARDE	NOITE	CONDIÇÕES				
X	X		ENSOLARADO	X	NENHUM	07:15	16:00
			NUBLADO		COM REMOÇÃO	INTERVALO	40 min
			CHUVOSO		SEM REMOÇÃO		
			TEMPO PARADO				
EQUIPE VIRIDIS - SUPERVISÃO			EQUIPE VIRIDIS - COLABORADORES				
PRESENTES	TOTAL	DESCRIÇÃO	PRESENTES	TOTAL	DESCRIÇÃO		
1	1	ENGENHEIRO	2	2	ELETRICISTA		
1	1	COORDENADOR	2	2	AJUDANTE		
			0	0	MONTADORES		
			0	0	TRANSPORTADORES		
			0	0	COORDENADOR		
2	2	TOTAL	4	4	TOTAL		
RESUMO DOS TRABALHOS							
<p>Conclusão das instalações da planta fixa e da planta móvel.</p>							
RESPONSÁVEL VIRIDIS ENGENHARIA						DATA:	