

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

**Implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar de energia eléctrica do  
Hospital Distrital de Nacala – Porto (2018-2019)**

Nivaldo Carlos Tiquite

Nacala – Porto, 2021

Nivaldo Carlos Tiquite

**Implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar de energia eléctrica do  
Hospital distrital de Nacala – Porto (2018-2019)**

Monografia a ser apresentada à Universidade Politécnica, Instituto Superior Politécnico de Nacala – ISPUNA, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Licenciado em Engenharia Eléctrica.

Orientador: Lic. Abdala Saide Abdurremane

Nacala, 2021

## DECLARAÇÃO

Declaro que esta Monografia Científica foi o resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e bibliografia final.

Declaro ainda que esta monografia não foi apresentada em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Nacala aos \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021

Autor

---

# APROVAÇÃO

---

Lic. (Orientador)

---

Lic.

---

Msc.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus familiares e a todos que directa ou indirectamente incentivaram me nos momentos difíceis e participaram do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, tornando possível a sua realização.

A todos Docentes pelos ensinamentos, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado e ao ISPUNA no geral que foi essencial no meu processo de formação profissional.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

## **RESUMO**

Os sistemas híbridos são modos de obtenção de energia eléctrica a partir de duas ou mais fontes, para proporcionar uma maior eficiência no sistema, bem como um maior equilíbrio no fornecimento de energia. Uma das maiores preocupações do mundo actual é a necessidade de se obter energia através de fontes limpas e os sistemas fotovoltaicos surgem com alternativa para esse problema. Este trabalho discutirá as possibilidades de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN com vista melhorar o desempenho e confiabilidade no fornecimento de energia naquela unidade Hospitalar em casos de falta da rede concessionaria. Será apresentado o estudo detalhado do sistema eléctrico auxiliar em utilização (Grupo Gerador), desde a implementação à exploração. A partir da apresentação feita será demonstrado que a energia fotovoltaica é confiável e serve de solução para o problema de dispêndio económico e poluição ambiental.

Palavras-chaves: Redundância, Fonte limpa, confiabilidade, economia.

## **ABSTRACT**

Hybrid systems are ways of obtaining electrical energy from two or more sources, to provide greater efficiency in the system, as well as a greater balance in the supply of energy. One of the biggest concerns in the world today is the need to obtain energy from clean sources and photovoltaic systems are an alternative to this problem. This work will discuss the possibilities of implementing redundancy in the HDN auxiliary power system in order to improve the performance and reliability of the power supply in that Hospital unit in cases of lack of the concessionaire network. The detailed study of the auxiliary electrical system in use (Generator Group) will be presented, from implementation to operation. From the presentation made, it will be demonstrated that photovoltaic energy is reliable and serves as a solution to the problem of economic expenditure and environmental pollution.

Keywords: Redundancy, Clean source, reliability, economy.

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

### TABELAS

Tabela 1:Ângulos de inclinação recomendados na instalação de painéis Fotovoltaicos .....	32
Tabela 2: Distribuição da amostra .....	67
Tabela 3:Mapa de estimativa de custos de montagem de grupo geradores .....	71
Tabela 4:Consumo de Combustível do Grupo Gerador.....	71
Tabela 6:Mapa de estimativa de custos Operacionais e de montagens de grupo gerador .....	72
Tabela 7:Mapa de equipamentos para Sistema Fotovoltaico Centralizado .....	77
Tabela 8:Mapa de quantidades e estimativa de custos para SF.....	78
Tabela 9:Especificações técnica do Painel de 500Wp.....	83
Tabela 10:Especificações técnicas dos Cabos Solar Enerflex 1x6mm .....	89
Tabela 11:Mapa de estimativa de custos Operacionais e de montagens de grupo gerador .....	91
Tabela 12:Apresentação dos Inqueridos .....	98
Tabela 13: Redundância de SA .....	99
Tabela 14:Benefícios de uso de Redundância de SA.....	99
Tabela 15:Funcionalidade da Redundância dos Serviços Auxiliares .....	100
Tabela 16: Parecer sobre a implementação de redundância no HDN.....	101
Tabela 17:Mapa das interrupções na rede da EDM no período em estudo.....	102
Tabela 18: Principais Características do Sol .....	105
Tabela 19:Irradiação total inclinada (HTOT) nas capitais provinciais de Moçambique .....	106
Tabela 20:Outras especificações técnicas dos Painéis solares .....	108
Tabela 21:Preços de Combustível a partir de 18 de Setembro de 2020.....	109

### FIGURAS

Figura 1:Configuração básica de um SFI.....	30
Figura 2: Sistema fotovoltaico conectado à rede.....	30
Figura 3:Sistema fotovoltaico híbrido.....	31
Figura 4: Bússola .....	32
Figura 5: Modular Solar .....	35
Figura 6:Potência Máxima dos Módulos Fotovoltaicos .....	37

Figura 7: Factor de forma.....	37
Figura 8:Curva Característica V- I ligação em série aumento de tensão .....	38
Figura 9:Associação de módulos em paralelo .....	39
Figura 10:Diodos de By-pass e de Fileira .....	40
Figura 11:Célula solar com ponto quente .....	41
Figura 12:Módulo fotovoltaico sombreado sem díodos de derivação .....	41
Figura 13:Mecanismos Internos de um Disjuntor .....	42
Figura 14:Curvas de Atuação dos Disjuntores .....	43
Figura 15:Representação das correntes para dimensionamento da proteção .....	44
Figura 16:Representação da Selectividade de Disjuntores .....	45
Figura 17:Sistema de Equipotencial e de aterramento geral .....	46
Figura 18:Diagrama de força no painel.....	47
Figura 19:Bateria de 12v 2000Ah 6 x OPzV Series /GFMJ-2000H 2V 2000Ah.....	49
Figura 20: Inversor 25000W .....	54
Figura 21: Inversor 14481.6W.....	54
Figura 22:Controlador de Carga.....	57
Figura 23: Controlador Série .....	58
Figura 24: Controlador Shunt.....	58
Figura 25: Controladores com MPPT .....	59
Figura 26:Cabos eléctricos de DC .....	61
Figure 27:Mapa de Localização, Hospital distrital de Nacala.....	68
Figura 28:Diagrama do sistema eléctrico de alimentação do Hospital distrital de Nacala.....	70
Figura 29:Diagrama da proposta do sistema de geração fotovoltaica centralizada do Hospital distrital de Nacala .....	79
Figura 30: Layout da planta proposta de geração fotovoltaica centralizada multi-inversora do hospital distrital de Nacala .....	81
Figura 31:Exemplos de Suportes Tipo Roof Mount e Groud Mount .....	84
Figura 32: STRING BOX CC/ CA.....	87
Figura 33:Caixa de Junção do Módulo .....	88
Figura 34:Exemplo de Conectores para Instalações Fotovoltaicas .....	88
Figura 35:Painel Solar de 500Wp.....	107

Figure 36:Espaço para instalação dos painéis solares.....	115
Figure 37:Local para instalação dos painéis solares.....	115

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

EAS - Estabelecimento assistencial de saúde

SFCR - Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede

SFH - Sistema Fotovoltaico Híbrido

SFI - Sistema Fotovoltaico Isolado da Rede

Wh - Watt-hora

EDM - Electricidade de Moçambique, EP

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

HDN - Hospital Distrital de Nacala-Porto

KV - Quilo Volts

V - Tensão em Volts

B – Nível de Tensão 220KV

C – Nível de Tensão 110KV

E- Nível de Tensão 33KV

L – Linha de transmissão de energia de 110KV ou 33KV

INAM- Instituto Nacional de Meteorologia

SE – Subestação Eléctrica

CC – Corrente Contínua

CA - Corrente Alternada

Vcc – Tensão Contínua

UPS - Unidade de Alimentação Ininterrupta

VCA – Tensão Alternada

V<sub>mpp</sub> - Tensão de Máxima Potência

STC - Condições Padrões de Teste

V<sub>oc</sub> - Tensão em Circuito Aberto

I<sub>mp</sub> - Corrente em Máxima Potência

I<sub>sc</sub> - Corrente de Curto-circuito

MPP - Maximum Power Point (ponto de máxima potência)

W<sub>p</sub> - Potência-pico

DG – Gerador a Diesel

KPIs – Indicadores Chaves de Desempenho

## **APÊNDICES**

Apêndice 1: Apresentação de inquéritos

Apêndice 2: Indisponibilidade da rede eléctrica da EDM

## **ANEXOS**

Anexo 1: Tabelas reguladoras

Anexo 2: Catálogo dos painéis solares do fabricante Solar Home

Anexo 3: Preços de combustível

Anexo 4: Catálogo do inversor controlador Sunny boy do fabricante SMA

Anexo 5: Ilustração de um parque de produção de energia solar

Anexo 6: Espaço para instalação dos painéis solares

Anexo 7: Credencial de colheita de dados

## **EPÍGRAFE**

Não há saber mais ou saber menos, há saberes diferentes.

(Paulo Freire)

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.INTRODUÇÃO .....	17
1.1 Tema .....	19
1.1.1 Delimitação do Tema .....	19
1.2 Formulações do Problema.....	20
1.3 Justificativa .....	22
1.4 Objectivos de estudo.....	24
1.4.1 Objectivo Geral.....	24
1.4.2 Objectivos Específicos .....	24
1.5 Hipóteses.....	25
<b>CAPÍTULO II- REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	26
2.1 Conceitos Fundamentais .....	26
2.1.1 Serviços Auxiliares das Subestações.....	26
2.1.11 Sistemas fotovoltaicos.....	28
2.1.12 Classificação dos sistemas fotovoltaicos.....	29
2.1.13 Orientação do módulo fotovoltaico .....	31
2.1.14 Efeito Fotovoltaico.....	32
2.1.15 Células Fotovoltaicas .....	32
2.1.16 Componentes do sistema eléctrico .....	33
2.2 Grupo Gerador.....	33
2.3 Componentes de Sistema Fotovoltaico.....	34
2.3.1 Breve História e situação actual de energia solar Fotovoltaica no mundo.....	34
2.3.2 Módulos Fotovoltaicos .....	35
2.3.3 Baterias .....	49

2.3.4 Inversores.....	54
2.3.5 Controlador de carga.....	57
2.3 Cabos e acessórios.....	61
<b>CAPÍTULO III- METODOLOGIA.....</b>	<b>63</b>
METODOLOGIA.....	63
3.1.1 Quanto ao Tipo.....	63
3.1.2 Quanto à Natureza.....	63
3.1.3 Quanto ao objectivo.....	64
3.1.4 Quanto às Fontes.....	64
3.1.5 Quanto ao Método.....	64
3.1.6 Quanto aos Instrumentos.....	65
3.2 Universo e Amostra.....	66
3.2.1 Universo.....	66
3.2.2 Amostra.....	66
<b>CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>68</b>
Fonte: Autor (Fevereiro 2021).....	69
4.1 Estado actual do sistema de alimentação de energia eléctrica do distrital de Nacala.....	69
4.2 Sistema de Serviços Auxiliares- Grupo Gerador.....	70
4.2.1 Análise dos Custos de Implantação.....	70
4.2.2 Análise dos Custos de Operação.....	71
4.3 Sistema de Serviços Auxiliares – SFV.....	73
4.3.1 Dimensionamento de SFV.....	73
Custo de Implantação.....	78
4.4 PROPOSTA DE SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAIVA.....	79
4.4.1 Funcionamento.....	80

4.4.2 Descrição técnica dos equipamentos do sistema fotovoltaico .....	81
4.5 Discussão de Resultado e Validação de Hipótese .....	91
4.5.1 Discussão e Resultado de Estudo .....	91
4.5.2 Validação de Hipótese.....	
.....	92
<b>CAPÍTULO V- CONCLUSÃO .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICES E ANEXOS .....</b>	<b>97</b>

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

### 1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em “redundância de energia”, refere-se a “link redundancy”, ou seja, é outro caminho de alimentação, se a primeira fonte de alimentação for interrompida / perdida por algum motivo. A redundância de potência é essencial para a alta disponibilidade de energia, podendo melhorar a eficiência do sistema energético, pois se ocorrer uma falha que possa danificar o sistema primário, o sistema secundário assume a responsabilidade de manter a continuidade do serviço. A redundância desempenha um papel muito importante no atendimento de cargas prioritárias como hospitais, porque é um local médico, é um serviço básico que deve ser prestado, e deve haver a maior garantia, qualidade e principalmente segurança porque ela lida com a vida humana.

O objectivo da redundância de energia é garantir o uso ininterrupto dos serviços, isso é feito por meio de fontes alternativas de energia, mas sem ignorar a questão da protecção ambiental, que é uma grande preocupação em todo o mundo. Devido não só à continuidade dos serviços hospitalares, mas também à protecção do ambiente hospitalar, o tema deste trabalho de investigação é o seguinte: *Implementação de Redundância no sistema de alimentação auxiliar do Hospital distrital de Nacala-Porto (2018-2019)*.

Hoje em dia a atenção ao meio ambiente é cada vez maior, na maioria dos países a utilização de energias renováveis à escala comercial e industrial tem ganhado cada vez mais espaço no mercado mundial, no entanto, apesar das condições climáticas favoráveis, o uso da energia fotovoltaica em Moçambique ainda é pouco conhecido ou quase inexplorado. Na verdade, a geração de energia fotovoltaica foi e continuará sendo uma das tecnologias mais fascinantes do sector de energia, portanto, este trabalho se concentrou em medir e quantificar a qualidade das fontes alternativas de energia existentes no Hospital distrital de Nacala, a fim de usar soluções inovadoras de geração de energia (geração fotovoltaica) como base para avaliação e melhoria.

A pesquisa também visa mostrar de forma clara a melhor maneira de obter um sistema económico redundante e proteger o meio ambiente para garantir a saúde ambiental e a saúde dos cofres do Estado.

Esta pesquisa carrega consigo uma grande relevância social e irá proporcionar uma reflexão aos gestores do Ministério da Saúde sobre a contribuição de uma fonte de energia limpa, sem ruídos, de qualidade e, sobretudo económica, em que o maior beneficiário é a sociedade, sendo sistemas económicos, com baixos custos de operação, de igual maneira irá contribuir grandemente na melhoria da qualidade dos serviços prestados no Hospital em alusão, porque a qualidade de serviços dos estabelecimentos assistenciais de saúde são directamente proporcionais à qualidade de vida da sociedade.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: **Capítulo 1** que é o presente capítulo introdutório. No **capítulo 2** são apresentados os fundamentos teóricos mais relevantes relacionados com o tema. No **capítulo 3** é descrita a metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho. No **capítulo 4** são apresentados a análise de dados em modelos matemáticos e tabelas adoptadas para a efectivação deste trabalho. E no **Capítulo 5** e último são apresentados os comentários finais e é feita uma breve descrição das principais contribuições deste trabalho.

## **1.1 Tema**

Marconi e Lakatos (2003:44) apud Asti Vera (1976:97).“o tema é o assunto que se deseja provar ou desenvolver; "é uma dificuldade, ainda sem solução, que é mister determinar com precisão, para intentar, em seguida, seu exame, avaliação crítica e solução” sendo assim, o tema da presente proposta de projecto é: *Implementação de redundância no sistema auxiliar de alimentação de energia eléctrica do Hospital distrital de Nacala – Porto (2018-2019)*

### **1.1.1 Delimitação do Tema**

Para Marconi e Lakatos (2003:218), “o processo de delimitação do tema só é dado por concluído quando se faz a sua limitação geográfica e espacial, com vista na realização da pesquisa”.

Nesta ordem de ideias, a pesquisa será realizada no Hospital distrital de Nacala Porto, esta unidade sanitária não foge das outras, foi construída obedecendo o plano estratégico do Governo de expansão dos serviços de saúde no país. O HDN foi concebido com o intuito de ser um organizador de carácter médico-social, para garantir assistência médica, tanto curativa como preventiva, para a população, além de ser um centro de medicina e pesquisa, o Hospital é o local onde se fazem as maiores intervenções de saúde nos indivíduos com situação de agravo à saúde, de média e alta complexidade na cidade de Nacala.

O principal objectivo do hospital é salvar vidas, permitir que o indivíduo melhore de determinada condição de saúde, ou promover a cura, além disso, ele desempenha um enorme papel no desenvolvimento de pesquisas e no ensino da medicina, além de gerar empregos em várias categorias e movimentar o complexo industrial da saúde. O HDN localiza-se no Distrito de Nacala-Porto, Bairro de Mathapué, Província de Nampula.

## 1.2 Formulações do Problema

Para Marconi e Lakatos (2003:159), “Problema é uma dificuldade, teórica ou prática, no conhecimento de alguma coisa de real importância, para a qual se deve encontrar uma solução.”

O constante uso de gerador a diesel na produção de energia eléctrica para alimentar o Hospital Distrital em situações de restrições de energia por parte da rede concessionária EDM, para além do dispêndio económico na aquisição de combustível para seu funcionamento, é também inimigo do ambiente, porque produz ruído e fumaça, provocando assim a poluição sonora e do ar, respectivamente.

Nos últimos dias, o país em geral e na cidade de Nacala em particular, temos registado constante restrição no fornecimento de energia eléctrica devido a disparo das linhas por defeitos, aliado a estes pressupostos, entra automaticamente em serviço o grupo gerador Diesel para alimentar as cargas do Hospital cobrindo o tempo de indisponibilidade da rede concessionária EDM, estas indisponibilidades têm sido por vezes por tempo muito longo, o que implica o aumento considerável do tempo de emissão de ruído, emissão de gases nocivos libertados no funcionamento dos grupo Diesel, eleva os custos de manutenção e operação do grupo gerador. É necessário uma grande quantidade de combustível para cobrir o tempo de indisponibilidade da rede concessionária.

Por outro lado se tem registado falhas no sistema de transferência para entrada do grupo gerador em serviço e isso obriga a operação manual do grupo para o restabelecimento da energia eléctrica na unidade Hospitalar para a continuidade dos seus serviços, a segurança do trabalhador electricista e as vidas humanas que dependem de equipamentos electro médicos para auxiliar em alguma função Humana para a sua sobrevivência.

Como qualquer utente, frequentei o HDN em busca de tratamentos, não foi possível fazer alguns testes em tempo útil porque houve falta de energia por parte da rede concessionária e demora na reposição da energia por via alternativa (Grupo gerador Diesel) por razões não esclarecidas. É uma situação bastante preocupante, porque afecta toda sociedade, sobretudo a quem necessita de tratamentos urgentes ou está entre a vida e a morte, devido a situação económica que o nosso país vive, o nível de pobreza agravou-se e nem todo o cidadão tem a possibilidade de se dirigir às clínicas privadas em busca de tratamentos devido aos custos elevados. Esta é apenas alguma das

várias situações de utentes que não tiveram o atendimento a tempo por falta ou falha do sistema energético. Não sei se o governo junto ao Ministério de Saúde e aos projectistas daquela unidade não previram estas falhas, provavelmente isso esteja acontecer devido a falta ou má escolha de ATS, como estudante da área de electricidade e sensibilizado pelos factos acima descritos, o autor se predispôs a fazer um estudo do sistema de alimentação do Hospital (Fonte de alimentação auxiliar) como forma de mitigar os problemas actualmente enfrentados, e diante dos factos acima expostos coloca-se a seguinte questão em estudo:

- *Qual é o impacto da Redundância no Hospital Distrital de Nacala?*

### 1.3 Justificativa

Segundo LAKATOS & MARCONI (1992), "É a parte do trabalho que apresenta respostas a questão do porque da realização da pesquisa". Sendo assim, o presente trabalho possui uma tripla relevância: científica, pessoal e social.

No que concerne ao conhecimento científico, a presente pesquisa preencherá lacunas existentes no âmbito teórico, tais lacunas se devem a informações de difícil acesso, uma vez que a bibliografia específica ao tema abordado é escassa.

No que concerne à relevância pessoal, em razão de ser o pesquisador um técnico electricista trabalhador na área de transporte de energia eléctrica, a pesquisa contribuirá com informações úteis à manutenção e evolução técnica no exercer das suas actividades neste sector.

Fazer este trabalho de pesquisa constitui um ganho maior para a minha instituição de ensino (ISPUNA), primeiro porque a realização desta pesquisa académica carrega consigo uma impulsão sobre o desenvolvimento e aprimoramento das habilidades do estudante, tanto de forma directa quanto indirecta. E a partir das dificuldades que o estudante encara durante a realização do mesmo que levará a uma melhoria nos métodos da instituição concernentes aos TCC's, desde a definição dos temas até a aprovação para a defesa, constituindo assim um ganho na formação dos futuros profissionais.

À nível social, económico e sob o ponto de vista de preservação do meio ambiente, devido a falta de atenção dos gestores de projectos eléctricos dos EAS em fazer profundas análises dos impactos ambientais, económicos e social que estes projectos poderão trazer futuramente.

Moçambique é um país em vias de desenvolvimento, as oscilações constantes, cortes constantes, põe em causa o decurso normal de actividades industriais, domésticas, como também hospitalares. Para que uma estrutura Hospitalar funcione correctamente, é essencial que todos directamente envolvidos no seu processo trabalhem em condições de garantir um serviço eficiente e de qualidade, a geração solar representa uma das possíveis soluções face à problemática, como forma de minimizar os custos de operação e manutenção do sistema actual alternativo diesel (Gerador) existente e instalado, que se torna insustentável devido a frequente subida do preço de petróleo no mercado mundial, poluição atmosférica e ruídos aos pacientes.

Uma usina fotovoltaica transforma directa e instantaneamente a energia solar em energia eléctrica sem uso de nenhum combustível, de fato, a tecnologia fotovoltaica (PV) explora o efeito pelo qual alguns semicondutores "dopados" adequadamente geram electricidade quando expostos à radiação solar. As principais vantagens das usinas fotovoltaicas (PV) podem ser resumidas da seguinte forma:

- Geração distribuída onde necessário;
- Emissão zero de materiais poluentes;
- Economia de combustíveis fósseis;
- Confiabilidade das plantas, uma vez que elas não possuem partes móveis (vida útil geralmente superior a 20 anos);
- Custos reduzidos de operação e manutenção;
- Modularidade do sistema (para aumentar a potência da usina é suficiente aumentar o número de módulos) de acordo com os requisitos reais dos usuários.

Além da economia financeira a energia solar leva a uma redução da utilização das termoeléctricas que são umas das responsáveis pelas altas tarifas de energia das concessionárias.

## **1.4 Objectivos de estudo**

Marconi e Lakatos (2007:23) entendem que “objectivos da pesquisa indicam o que o autor pretende alcançar e as metas a serem atingidas com a pesquisa”. Portanto, são a seguir apresentados os objectivos Geral e Específicos deste trabalho.

### **1.4.1 Objectivo Geral**

Marconi e Lakatos (2003:218), afirmam que “objectivo geral está ligado a uma visão global e abrangente do tema. Relaciona-se com o conteúdo intrínseco, quer dos fenómenos e eventos, quer das ideias estudadas. Vincula-se directamente à própria significação da tese proposta pelo projecto” Nesta ordem de ideia o presente trabalho tem como objectivo geral: Analisar a redundância do sistema de alimentação auxiliar de energia eléctrica do Hospital distrital de Nacala-Porto.

### **1.4.2 Objectivos Específicos**

De acordo com Marconi e Lakatos (2003:219), “Objectivos específico apresentam carácter mais concreto. Têm função intermediária e instrumental, permitindo, de um lado, atingir o objectivo geral e, de outro, aplicá-lo a situações particulares.” Desta forma tem em conta os seguintes objectivos específicos:

- Descrever os elementos que compõe o sistema de redundância do HDN;
- Identificar a irradiação solar do local em estudo, HDN - cidade de Nacala;
- Dimensionar o sistema de redundância para o HDN;

## 1.5 Hipóteses

Gil (2008:41) *apud* Godé e Hatt (1969: 75), "afirma que hipótese é uma suposta resposta ao problema a ser investigado. É uma proposição que se forma e que será aceite ou rejeitada somente depois de devidamente testada".

Sendo assim, destaca-se as seguintes hipóteses:

H1- A implementação da Redundância irá melhorar o sistema de alimentação auxiliar de energia eléctrica do Hospital distrital de Nacala;

H2- A implementação da Redundância Não irá melhorar o sistema de alimentação auxiliar de energia eléctrica do Hospital distrital de Nacala.

H3- Não é viável a introdução de uma segunda fonte de alimentação auxiliar redundante a fonte existente, será um dispêndio monetário.

## **CAPÍTULO II- REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Conceitos Fundamentais**

#### **2.1.1 Serviços Auxiliares das Subestações**

Isoni (2018), afirma que:

Serviços Auxiliares são Sistema composto por todos os dispositivos / cargas necessárias à operação dos equipamentos principais de uma instalação. Assim, tal sistema abrange cargas, fontes de alimentação e subsistemas de manobra que interligam fontes e cargas. Geralmente são dotados de subsistema em corrente alternada e contínua. Um sistema de serviços auxiliares confiável eleva a confiabilidade da instalação.

#### **2.1.2 Fontes Independentes**

Segundo Isoni (2018), “Duas fontes são consideradas independentes se não existe a possibilidade de que uma determinada falta/ defeito as desligue simultaneamente”.

#### **2.1.3 Cargas dos Serviços Auxiliares**

Segundo Isoni (2018), “as cargas abrangidas por um sistema de serviços auxiliares são geralmente agrupadas de acordo com o grau de continuidade que as mesmas exigem das fontes”.

Podem ser:

#### **2.1.4 Cargas permanentes**

Segundo Isoni (2018), “afirma as cargas permanentes não podem sofrer interrupções e estão relacionadas à continuidade operacional do sistema principal e à segurança de pessoas e instalações”. Nesses casos, é usual, Sistemas de protecção, controle, sinalização, alarme e tele medição.

#### **2.1.5 Cargas essenciais**

Isoni (2018) “afirma que as cargas essenciais admitem interrupções de curta duração. Geralmente são alimentadas em correntes alternadas e exigem que a fonte seja confiável (por exemplo: alimentação por barramento essencial associado a geradores). O desligamento de tais cargas por períodos mais longos pode afectar a confiabilidade da instalação”.

### **2.1.6 Definição de painel solar**

De acordo com CEPEL-CRESESB ( 2004: 43) Painel Solar ou Placa solar é agrupamento de módulos fotovoltaicos destinado para converter a radiação solar em energia eléctrica.

### **2.1.7 Energia Solar Térmica**

De acordo com Pinho & Galdino, (2014: 48), Energia Solar Térmica é quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob forma de calor, a partir da radiação solar incidente ao mesmo. Para este tipo de conversão são utilizados os equipamentos chamados "Colectores Solares".

### **2.1.8 Energia Solar Fotovoltaica**

Segundo Pinho & Galdino, (2014: 50), “afirma que a energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão directa da luz do sol em electricidade (efeito fotovoltaico)”. Sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semiconductor, a unidade fundamental desse processo de conversão”.

### **2.1.9 Recurso Solar**

De acordo com Pinho & Galdino, (2014: 67), afirmam que o Sol é a principal fonte de energia para Terra. Além de ser responsável pela manutenção da vida do Planeta, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética.

### **2.1.10 Geometria Solar**

De acordo com Di Souza, (2004: 21) “ o sol nasce no Leste e se põe no Oeste, elevando no céu. Essa elevação é maior ou menor de acordo à época do ano”.

A terra se move em uma órbita elíptica em torno do sol e o eixo de rotação da Terra forma um ângulo de  $23,5^\circ$  com a normal ao plano da elipse da órbita da Terra. Esse ângulo é o responsável pela duração do dia e da noite nas distintas estações do ano, e também é o responsável pela variação da elevação do sol no horizonte à mesma hora, ao longo do ano.

A posição angular do sol ao meio dia solar, em relação ao equador é chamada de Declinação Solar ( $\delta$ ). A declinação varia de acordo com o dia do ano, com valores entre:  $-23,45^\circ \leq \delta \leq$

23,45°, sendo positivo Norte e negativo ao Sul: A observação da latitude da localidade e da declinação determina a trajectória do sol no céu, para um dia determinado.

### **2.1.11 Sistemas fotovoltaicos**

De acordo com Di Souza, (2004: 14):

Um sistema fotovoltaico é uma fonte de potência eléctrica, na qual as células fotovoltaicas transformam a Radiação Solar directamente em energia eléctrica. Os sistemas fotovoltaicos podem ser implantados em qualquer localidade que tenha radiação solar suficiente. Sistemas fotovoltaicos não utilizam combustíveis, não possuem partes móveis, e por serem dispositivos de estado sólido, requerem menor manutenção. Durante o seu funcionamento não produzem ruído acústico ou electromagnético, e não emitem gases tóxicos ou outro tipo de poluição ambiental.

A confiabilidade dos sistemas fotovoltaicos é tão alta, que são utilizados em locais inóspitos como: espaço, desertos, selvas, regiões remotas, etc.

#### **Vantagens**

- Um Gerador Solar possui uma longa garantia (garantia linear de 25 anos) e vida útil, mais de 30 anos;
- Não emite gases poluentes, sendo uma fonte sustentável de energia;
- Sua manutenção é básica, só é necessário limpar os painéis com água 2 vezes ao ano;
- Não precisa de combustível para funcionar;
- Tecnologia silenciosa, em sua operação.

#### **Desvantagens**

- O seu custo, inicial, é geralmente maior que o de um gerador à diesel;
- Necessita de espaço para os painéis solares.

### 2.1.12 Classificação dos sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos são classificados de acordo à forma como é feita a geração ou entrega da energia eléctrica em:

- a) Sistema Fotovoltaico conectado à Rede (SFCR) ou On-grid;
- b) Sistema Fotovoltaico Isolado da Rede (SFI) ou Off-gride;
- c) Sistema fotovoltaico Híbrido (SFH).

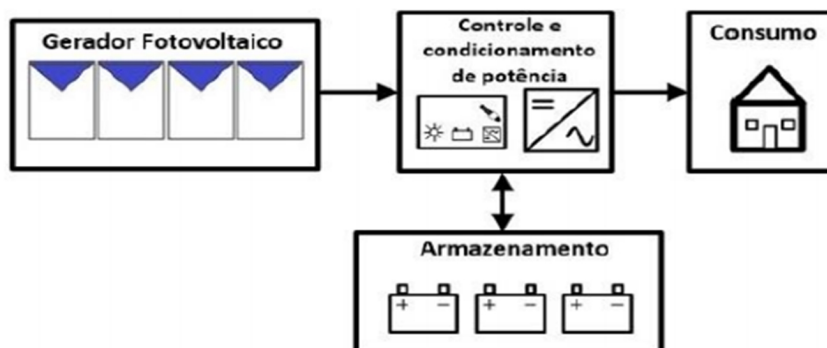
#### **a) Sistema Fotovoltaico Isolado da rede eléctrica ou off-grid**

O Sistemas fotovoltaicos Isolados (SFI) ou sistemas *Off-Grid*, são caracterizados por não serem conectados à rede eléctrica. São aquelas que não estão conectadas à rede e consistem em módulos fotovoltaicos e em um sistema de armazenamento que garante o suprimento de energia eléctrica também quando a iluminação é fraca ou escura. Como a corrente fornecida pelo gerador fotovoltaico é de energia CC, se a instalação do usuário precisar de corrente CA, torna-se necessário o uso de um inversor.

Tais usinas são vantajosas do ponto de vista técnico e financeiro, pois podem substituir grupos geradores a motor sempre que a rede eléctrica não estiver presente ou quando não for fácil de alcançar. Além disso, em uma configuração não ligada a rede, o campo fotovoltaico é superdimensionado para que, durante as horas de insolação, seja possível garantir tanto o suprimento de carga quanto a recarga das baterias armazenadoras, com uma certa margem de segurança, levando em consideração os dias de insolação fraca. Em caso de ausência de radiação solar, as baterias fornecem a energia necessária para o consumo.

Em geral, o sistema isolado é uma solução para atender a um propósito específico, como trazer energia a locais de difícil acesso, onde o abastecimento energético padrão não chega ou é deficiente, ou ainda onde o custo de se conectar à rede seja muito alto

Figura 1: Configuração básica de um SFI



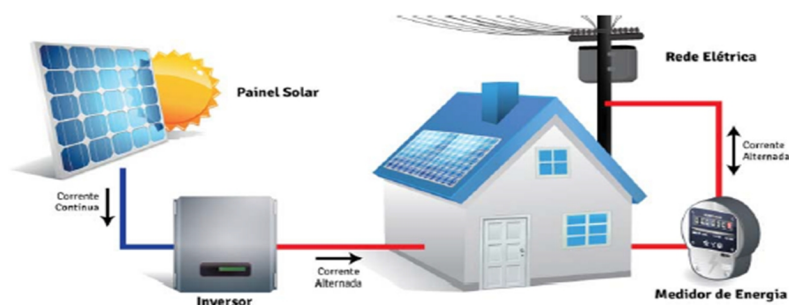
Fonte: [Www.google.com.br](http://Www.google.com.br) (Janeiro 2021)

### b) Sistema Fotovoltaico conectado à Rede (SFCR) ou On-grid

Consiste em um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, também conhecido como sistema *On-Grid*. A energia gerada em corrente contínua pelos painéis solares é convertida em corrente alternada, com a mesma tensão e frequência da distribuidora, através de um inversor para ser sincronizada e injetada à rede elétrica. Um medidor bidirecional mede a energia injetada na rede elétrica pelo SFCR e o consumo do proprietário.

As plantas permanentemente conectadas à rede consomem energia da rede durante as horas em que o gerador fotovoltaico não pode produzir a energia necessária para satisfazer as necessidades do consumidor. Por outro lado, se o sistema fotovoltaico produz excesso de energia elétrica, o excedente é colocado na rede, que, portanto, pode funcionar como um grande acumulador: como consequência, os sistemas conectados à rede não precisam de bancos de acumuladores/baterias.

Figura 2: Sistema fotovoltaico conectado à rede



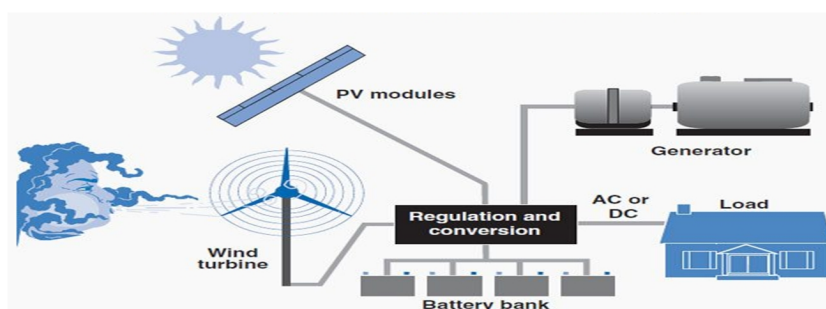
Fonte: [www.blue-sol.com](http://www.blue-sol.com) (Janeiro, 2021)

### c) Sistemas Híbridos

Segundo di Souza (2004, p. 15), afirma que um sistema Fotovoltaico Híbrido (SFH) é conectado à rede eléctrica e pode ou não possuir sistema de armazenamento de energia através da utilização de baterias. Quando possui, geralmente o sistema de armazenamento tem autonomia menor ou igual a um dia. Logo este sistema possui também um controlador de carga, medidor bidireccional e um inversor híbrido. A principal vantagem do SFH é o fornecimento ininterrupto de energia. O sistema atua como um SFCR normalmente e quando há falha de energia eléctrica e o gerador

Fotovoltaico fica inoperante, as baterias fornecem a energia necessária para o consumo. Pode ser chamado de sistema híbrido, também, àqueles em que existe mais de um tipo de geração de energia, como grupo gerador à diesel, aerogeradores e geradores fotovoltaicos. A complexidade operacional e de manutenção do sistema é uma questão desvantajosa economicamente para o usuário.

Figura 3: Sistema fotovoltaico híbrido



Fonte: [www.blue-sol.com](http://www.blue-sol.com) (Janeiro, 2021)

#### 2.1.13 Orientação do módulo fotovoltaico

Segundo di Souza, (2004: 58), afirma que:

Os painéis fotovoltaicos devem estar orientados para o ponto azimutal, e de preferência com ângulo azimutal de superfície igual a zero. O azimute é o equador, portanto no hemisfério norte os painéis são orientados para o sul, e no hemisfério sul são orientados para o norte. Portanto, a inclinação ideal dos painéis fotovoltaicos varia de acordo à Latitude da localidade, e também quanto ao tipo de sistema fotovoltaico. Em latitudes

acima de entre  $15^\circ$  e  $30^\circ$  podemos aproximar os cálculos em:  $\text{Latitude} + 5^\circ$ , para sistemas autónomos.

Tabela 1: Ângulos de inclinação recomendados na instalação de painéis Fotovoltaicos

Latitude	Ângulo de Inclinação
0 a 4 graus	10 graus
5 a 20 graus	Latitude + 5 graus
21 a 45 graus	Latitude + 10 graus
46 a 65 graus	Latitude + 15 graus
a 75 graus	80 Graus

Fonte: FUNAE (2019) *apud* RIBEIRO (2004) adaptado pelo autor (2021)

Figura 4: Bússola

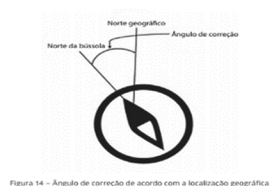


Figura 14 – Ângulo de correção de acordo com a localização geográfica.

Fonte: [www.blue-sol.com](http://www.blue-sol.com) (Janeiro, 2021)

### 2.1.14 Efeito Fotovoltaico

Segundo di Souza, (2004: 26), “o termo fotovoltaico significa a transformação da radiação solar directamente em corrente eléctrica, utilizando as células fotovoltaicas, também chamadas de células solares”.

As células fotovoltaicas são constituídas de materiais semicondutores como: silício, arsenito de gálio, telureto de cádmio ou disseleneto de cobre e índio (gálio). O silício cristalino é o mais utilizado, mas as tecnologias de película fina ganharam mercado com a produção em larga escala.

### 2.1.15 Células Fotovoltaicas

Segundo di Souza, (2004: 32), “a Célula fotovoltaica é a unidade básica de um sistema fotovoltaico. É responsável pela conversão da radiação solar em electricidade”.

Como uma única célula não é suficiente para gerar potências eléctricas elevadas, os fabricantes associam várias células, e as encapsulam para protecção, formando assim um módulo fotovoltaico.

### **2.1.16 Componentes do sistema eléctrico**

De acordo com Pinho & Galdino, (2014: 52), Os Componentes que compreendem uma instalação eléctrica hospitalar estão descritos nos subitens a seguir:

#### **a) Subestação abaixadora**

Local onde é feito o rebaixamento da tensão fornecida pela Concessionária, para níveis distintos de tensão que irá alimentar as cargas do hospital, na subestação são também, posicionados os quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT's) para a distribuição primária das classes de energia.

#### **b) Sistema de Geração e Armazenamento**

No caso de falta de energia por parte da Concessionária, estabelecimentos se suma importância como hospitais, devem prever formas alternativas para suprir o consumo de energia nos sectores considerados críticos, como UTI's e Bloco Cirúrgico. Dentre as variadas opções de suprimento de energia, se destacam os seguintes itens:

- Geração Standby – Sistema composto por um ou mais geradores de emergência;
- Geração PRIME – Planta de geração de energia durante 24 horas;
- Geração em horário de ponta – Geração em paralelismo com a concessionária;
- Sistema de Armazenamento de Energia – Sistema de No-Breaks, condicionada para atender áreas de altíssima importância, lembrando que para sectores críticos deve-se utilizar equipamentos redundantes.

## **2.2 Grupo Gerador**

Pinho & Galdino (2014: 77):

É um motor de combustão interna, formado por um conjunto de peças sincronizadas entre si, que transforma a energia calorífica em energia mecânica, resultante da queima de um combustível causado pela alta temperatura dos gases devido a compressão. Portanto, Grupo Gerador onde um motor é a máquina térmica motora que está acoplada a um alternador, máquina eléctrica geradora ou operadora.

Em termos de utilização, por norma, os grupos geradores podem ser usados enquanto fonte principal (trabalho em contínuo) ou enquanto fonte auxiliar (emergência), de modo a dar resposta às necessidades energéticas, de forma credível e eficiente, qualquer que seja a sua aplicação.

Relativamente ao seu funcionamento, os grupos geradores são compostos por um gerador, que entra em acção por intermédio da combustão existente no motor com ajuda do alternador.

#### Vantagens

- Ele possui um baixo custo inicial;
- Possui um óptimo tempo de partida, de cerca de 10 a 20 segundos;
- E, com as manutenções periódicas, sua vida útil pode ser alta.

#### Desvantagens

- Necessita de combustível (investimento constante);
- Faz barulho em operação;
- Sua manutenção é alta;
- Precisa realizar trocas de óleo, filtro, válvulas, etc.
- E emite gases poluentes.

## 2.3 Componentes de Sistema Fotovoltaico

### 2.3.1 Breve História e situação actual de energia solar Fotovoltaica no mundo

De acordo com Pinho & Galdino, (2014: 55), afirma que “o efeito fotovoltaico, primeiramente descoberto por Edmond Becquerel, em 1839, implica no aparecimento de uma diferença de potencial nos terminais de uma célula electroquímica causada pela absorção da luz. Em 1876 foi

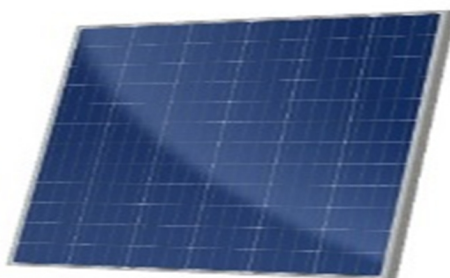
concebido o primeiro aparato fotovoltaico advindo dos estudos da física do estado sólido e, apenas em 1956, iniciou-se a produção industrial, seguindo o crescimento da área electrónica”.

Inicialmente, o desenvolvimento da tecnologia apoiou-se na busca, por empresas do sector de telecomunicações, de fontes de energia para Sistemas instalados em Localidades remotas. O segundo agente impulsionador desse processo foi a “corrida espacial”. A célula fotovoltaica é a mais adequada (menor custo, peso, segurança) para fornecer a quantidade de energia necessária para longos períodos de alimentação de equipamentos electromecânicos no espaço.

### 2.3.2 Módulos Fotovoltaicos

De acordo com Pinho & Galdino, (2014: 144), entendem que “ o Módulo fotovoltaico é composto por células conectadas em arranjos produzindo tensão e corrente suficientes para a utilização da energia, ao mesmo tempo protege as Células”.

Figura 5: Modular Solar



Fonte:<https://www.minhacasasolar.com.br/produto/painel-solar-330w-canadian-solar-cs6u-330p-79230/>21.02.2020

15:54

#### a) Características construtivas dos Módulos Fotovoltaicos

Pinho & Galdino, (2014: 144) "Módulo fotovoltaico é componente unitário do gerador e, dependendo da associação e das características das células, pode ter diferentes valores para tensão e corrente nominal". Apresentaremos aqui, as características dos módulos de silício cristalizado, pois são os mais utilizados actualmente e são classificados no mercado de acordo à sua potência-pico (Wp) ”.

### ✓ **Características Mecânicas**

Os módulos fotovoltaicos comerciais têm forma quadrada ou rectangular. A espessura, sem a moldura, não ultrapassar 4 cm. Não são muito pesados e, apesar da aparência rígida, suportam ligeiras deformações, adaptando-se a esforços mecânicos.

As caixas de conexão possuem o isolamento necessário para a conexão dos cabos e a outros módulos.

Além disso, os módulos têm um ponto de aterramento, para os casos em que as conexões entre módulos cheguem a tensões maiores.

As dimensões e o peso dos módulos variam de acordo ao fabricante e à potência-pico, mas seguem padrões gerais seguidos por todos.

### ✓ **Características Eléctricas**

**Tensão de Máxima Potência ( $V_{mpp}$ ):** é a tensão máxima que o módulo gerará, em seu ponto de máxima potência, sob as condições padrão de teste (STC)

**Tensão em Circuito Aberto ( $V_{oc}$ ):** tensão máxima que o módulo fornece em seus terminais, sem a presença de uma carga (em vazio). É uma tensão de teste. Podemos medi-la com um multímetro.

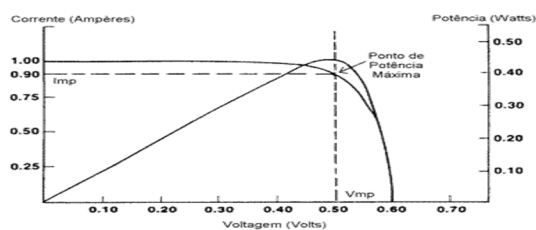
**Corrente em Máxima Potência ( $I_{mp}$ ):** corrente máxima que um módulo fotovoltaico pode fornecer a uma carga, em condições padrões de teste.

**Corrente de Curto-circuito ( $I_{sc}$ ):** corrente máxima que o módulo fotovoltaico fornece, quando seus terminais estão em curto-circuito, sob as condições padrão de teste. Diferente das baterias e outras fontes de energia, podemos medir a corrente em curto-circuito de um módulo fotovoltaico. A corrente em curto-circuito, geralmente é 5% superior à corrente máxima.

**Potência Máxima:** a corrente eléctrica gerada por um módulo varia de zero ao  $I_{sc}$ , enquanto a tensão entre os terminais varia de zero até o  $V_{oc}$  sob diferentes condições de radiação e temperatura. Como a potência é o produto da tensão pela corrente, essa só será a máxima para

uma única combinação de tensão e corrente. Um módulo fotovoltaico estará fornecendo a máxima potência, quando o circuito externo possuir uma resistência tal, que determine os valores máximos de tensão e corrente e, portanto, o seu produto será o máximo. Existem aparelhos que conseguem alcançar o ponto de máxima potência (MPP Maximum Power Point) em diversas condições de radiação e temperatura.

Figura 6:Potência Máxima dos Módulos Fotovoltaicos



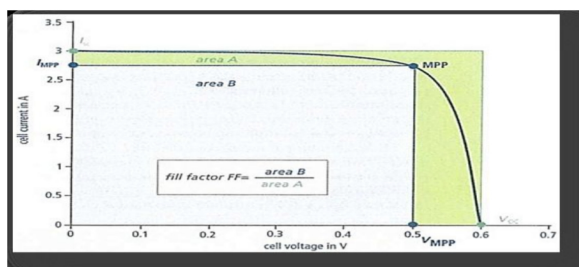
Fonte:www.blue-sol.com (Janeiro, 2021)

**Eficiência:** é o quociente entre a potência gerada e a radiação incidente sobre o módulo.

**Factor de Forma (Preenchimento):** é um conceito teórico que mede a forma da curva definida pelas variáveis I e V na seguinte equação:

$$F_F = \frac{I_{mpp} \cdot V_{mpp}}{I_{sc} \cdot V_{oc}} = \frac{P_{max}}{I_{sc} \cdot V_{oc}} \quad (1)$$

Figura 7: Factor de forma



Fonte:www.blue-sol.com (Janeiro, 2021)

## b) Associação de Módulos Fotovoltaicos

Segundo Pinho & Galdino, (2014: 157) os módulos podem ser conectados em ligações série e/ ou paralelo, dependendo da corrente e a tensão desejadas, para formar painéis fotovoltaicos com potência mais elevada.

### ✓ Módulos fotovoltaicos conectados em série

Segundo Pinho & Galdino, (2014:157), a conexão em série é feita do terminal positivo de um módulo ao terminal negativo do outro. De maneira análoga à conexão das células fotovoltaicas, quando a ligação dos módulos é série, as tensões são somadas e a correntes são iguais.

(2)

(3)

Figura 8:Curva Característica V- I ligação em série aumento de tensão

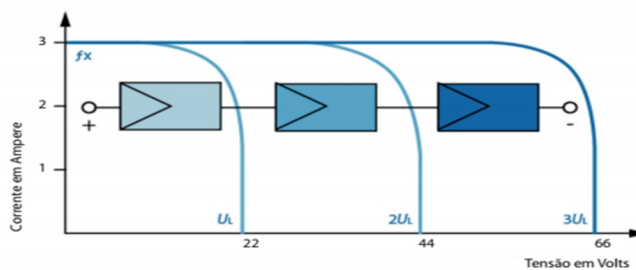


Figura 17 - Curva característica V-I ligação em série: aumento da tensão.

Fonte: Fonte:www.blue-sol.com (Janeiro, 2021)

### ✓ Módulos conectados em paralelo

Segundo Pinho & Galdino, (2014:157), a conexão é feita unindo-se os terminais positivos de todos módulos entre si e procedendo -se da mesma forma com os terminais negativos. Esta conexão resulta na soma das correntes sem alteração das tensões, ou seja:

(4)

(5)

Figura 9: Associação de módulos em paralelo

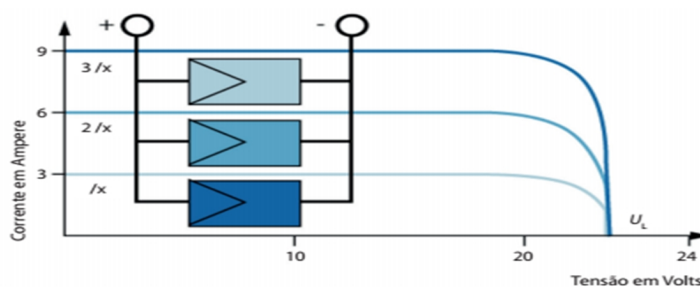


Figura 21 - Associação de módulos em paralelo.

Fonte:www.blue-sol.com (Janeiro, 2021)

### c) Dispositivos de Proteção do Sistema Fotovoltaico

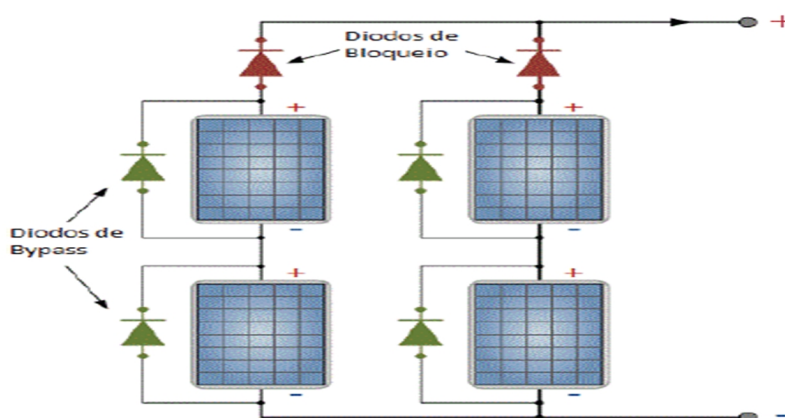
#### ✓ Díodo de desvio (bypass) e fusíveis

Pinho & Galdino, (2014:160), “defende que normalmente, nos módulos fotovoltaicos, o fabricante coloca díodos de bloqueio (bypass) de forma evitar correntes em sentido contrário ou ocorrência de “pontos quentes”.

Na associação de vários módulos, quando algum módulo estiver danificado, usam-se normalmente díodos de desvio ou bypass em paralelo com o módulo. A sua função é desviar a corrente produzida pelos outros módulos, ficando assim inactivo o módulo defeituoso. Quando existem módulos ligados em paralelo, são utilizados díodos de fileira para evitar curto-circuito e correntes reversas em fileiras, no caso de aparecer qualquer problema em alguma das fileiras.

Esses díodos de bloqueio podem ser substituídos por fusíveis nos dois extremos da fileira, dessa forma, a fileira estará protegida de sobre correntes e possíveis correntes inversas. Caso a corrente admissível nos condutores sejam 1,25 vezes maior do que a corrente de curto-circuito do gerador fotovoltaico pode-se suprimir a utilização de fusíveis.

Figura 10: Diodos de By-pass e de Fileira



Fonte: Electronic Tutorials, (2008)

### ✓ Díodo de bloqueio

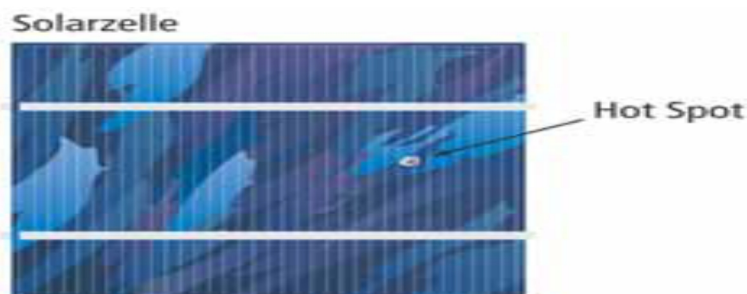
Segundo Pinho & Galdino, (2014: 161) afirmam:

O díodo de bloqueio é um componente de protecção usado em conexões de módulos ou conjunta série de módulos em paralelo, e tem a função de impedir o fluxo da corrente de um conjunto série com tensão maior para um com tensão menor. Em sistemas que utilizam armazenamento, o díodo de bloqueio também pode ser utilizado para impedir a descarga nocturna das baterias, pois à noite os módulos podem conduzir uma corrente reversa, que, apesar de pequena, contribui para a descarga das baterias.

### ✓ Efeitos de Sombreamento

Segundo Pinho & Galdino, (2014: 159) afirma que o sombreamento é quando uma ou mais células do módulo fotovoltaico recebe menos radiação solar do que as outras da mesma associação, sua corrente vai limitar a corrente de todo o conjunto série. Entretanto, além da perda da potência no gerador fotovoltaico, há o risco de danos ao módulo parcialmente sombreado. Neste caso aparecem os chamados pontos quentes (hot-spots), que danificam o módulo permanentemente.

Figura 11: Célula solar com ponto quente

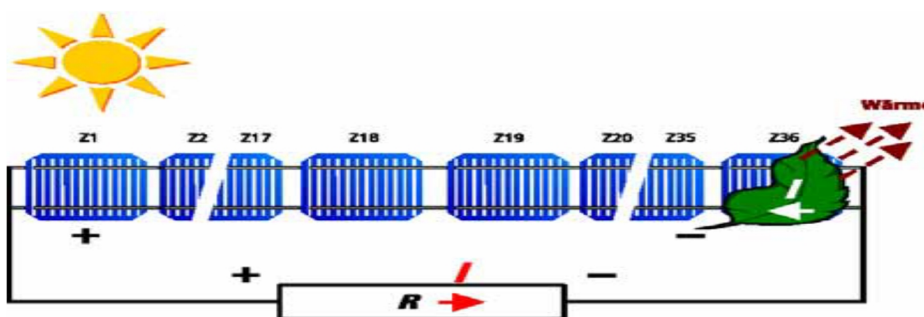


Fonte: [www.blue-sol.com](http://www.blue-sol.com) (Janeiro, 2021)

### ✓ Impacto de pontos quentes

Ainda de acordo com Pinho & Galdino (2014: 159), o fenómeno conhecido como “ponto quente” (“hotspot”) nas células FVs, produz intenso calor sobre a célula afectada, com ruptura de vidro e fusão dos polímeros e metais.

Figura 12: Módulo fotovoltaico sombreado sem díodos de derivação



Fonte: [www.blue-sol.com](http://www.blue-sol.com) (Janeiro, 2021)

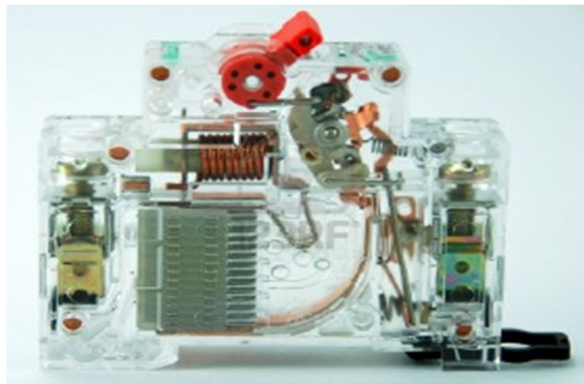
### ✓ Impacto de Sombreamento

De acordo com Pinho & Galdino, (2014: 159) “a redução de radiação incidente nas células FVs pode ocorrer por um sombreamento parcial do módulo, depósito de sujeira sobre o vidro, ou algo que tenha caído sobre o módulo. O efeito de redução de corrente no conjunto de células do módulo acaba propagado para todos os módulos conectados em série. Além de perda de potência no gerador FV, há risco de danos ao módulo parcialmente sombreado”.

## ✓ Disjuntores

Segundo Pinho & Galdino, (2014: 165) “afirma que Os disjuntores são dispositivos electromecânicos que tem como finalidade proteger o circuito contra sobrecarga ou curtos-circuitos. Sua função é identificar valores de corrente eléctrica que ultrapassem o limite da corrente de serviço admissível pelo sistema e pelos condutores”.

Figura 13: Mecanismos Internos de um Disjuntor

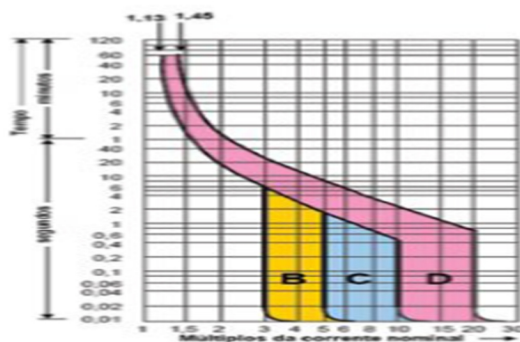


Fonte: Electronic Tutorials (2008).

Um disjuntor é constituído pelo relé, com um dispositivo de dispara e outro de corte – o interruptor. Ele possui também câmaras para que ocorra a extinção do arco eléctrico. O disjuntor mais comum é o termomagnético que possui um relé electromagnético que protege contra curtos circuitos, e um relé térmico constituído por uma lâmina bimetálica, que protege contra sobrecargas.

Consoante os fabricantes, tendo em conta as zonas características de funcionamento, podem definir-se vários tipos de disjuntores. Como por exemplo o tipo B, C e D, vistas na Figura a seguir.

Figura 14: Curvas de actuação dos Disjuntores



Fonte: ARAÚJO (2008).

Seguindo as normas de protecção, a curva B deve actuar para correntes de curto-circuito entre três e cinco vezes a corrente nominal. Os de curva C atuam de cinco a dez vezes a corrente nominal. Já os disjuntores de curva D devem suportar correntes entre dez e vinte vezes a corrente nominal. Os disjuntores de curva B devem ser utilizados para cargas resistivas. Os da curva C são indicados para cargas com razoáveis correntes de partida, como motores eléctricos, por exemplo. Por fim, os disjuntores de curva D são indicados para cargas com grande corrente de partida, a exemplo de transformadores de baixa tensão.

### ***Sobrecargas***

A protecção contra sobrecargas nos condutores eléctricos é assegurada desde que os equipamentos de protecção sigam as seguintes condições:

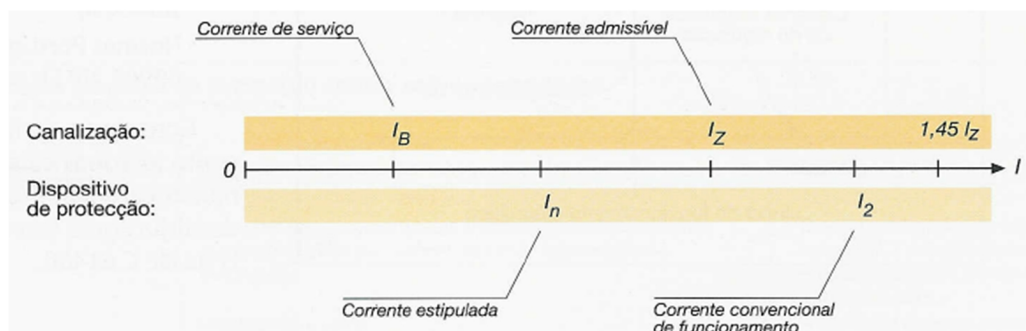
- A corrente nominal do dispositivo ( $I_n$ ) seja maior ou igual à corrente operação ( $I_B$ ), e menor ou igual que a corrente máxima admissível no condutor ( $I_Z$ ).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (6)$$

A corrente de actuação do equipamento de protecção ( $I_2$ ) seja menor ou igual à 1,45A corrente máxima admissível no condutor ( $I_Z$ ).

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (7)$$

Figura 15: Representação das correntes para dimensionamento da protecção



Fonte: ARAÚJO (2008).

### ***Curto-circuito***

A protecção contra curto circuitos só é estabelecida se as características dos dispositivos de protecção respeitarem simultaneamente as condições abaixo:

- O poder de corte (Pdc) não deve ser inferior à corrente de curto-circuito (Icc) presumida no ponto de localização.

$$I_{cc} \leq P_{dc} \quad (8)$$

- O tempo de corte resultante de um curto-circuito em qualquer ponto do circuito não deverá ser superior ao tempo correspondente à elevação da temperatura do condutor ao seu máximo admissível.

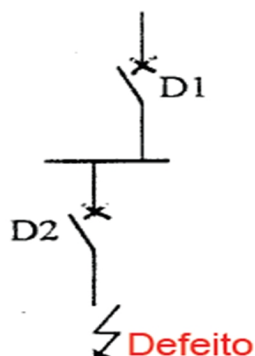
### ***Selectividade***

A selectividade dos equipamentos de protecção ocorre quando em um caso de falha, existe actuação de apenas um dispositivo de protecção à montante do defeito. Por via da regra, a selectividade nos disjuntores é garantida se:

- A intensidade nominal do disjuntor colocado a montante (IND1) for igual ou maior a duas vezes a corrente nominal do disjuntor colocado a jusante (IND2).

$$IND1 \geq 2 \times IND2 \quad (9)$$

Figura 16: Representação da Selectividade de Disjuntores



Fonte: ARAÚJO (2008).

### ✓ Seccionadores

Segundo Pinho & Galdino, (2014: 167), “ afirma que os seccionadores tem como função permitir o ligamento ou desligamento de uma carga. Essencialmente é um dispositivo de manobra (mecânico) que assegura, na posição aberta, uma distância de isolamento que satisfaz requisitos de segurança especificados”.

Um seccionador deve ser dimensionado de forma a ter capacidade de abertura compatível com a potência do circuito a qual se destina. Deve ser capaz também de conduzir correntes em condições normais de circuito, e também de conduzir por tempo especificado, as correntes em condições anormais do circuito, tais como as de curto-circuito.

Para dimensionamento dos seccionadores AC ou DC devem seguir as mesmas metodologias de dimensionamento dos disjuntores acima. Devemos atentar que para interrupção de corrente no lado AC é exigido menos que na interrupção em DC, uma vez que em AC há passagem pelo zero, evitando o risco de faíscas.

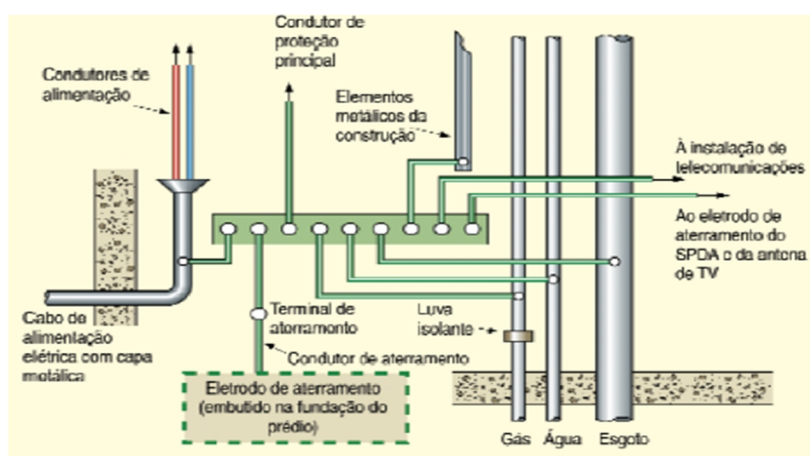
### ✓ Aterramento

Segundo as normas das concessionárias, para acesso de consumidores de geração distribuída, é necessária a conexão do sistema de aterramento da planta de geração ao sistema de aterramento já

existente na unidade consumidora. Um sistema de aterramento padrão pode ser observado na Figura a seguir.

As estruturas dos painéis são normalmente de material metálico, portanto são consideradas na protecção contra descargas eléctricas. Dessa forma, devem-se ser conectados ao sistema de aterramento para dispersão da descarga ao sistema de terra. Essa dispersão deve ser feita por condutor de no mínimo  $16\text{mm}^2$ , que deverá ser conectado ao equipotencial.

Figura 17: Sistema de Equipotencial e de aterramento geral



Fonte: ARAÚJO (2008).

Mesmo com uma ligação correta de terra, não se impede a corrente de atravessar elementos condutores estranhos a instalação eléctrica, como por exemplo, peças metálicas da estrutura, vigas de aço, chassis de alumínio, e etc. Dessa forma, tudo que esteja próximo de ao menos 3m da instalação deve ser conectado à malha por condutores de seção ao menos  $16\text{mm}^2$  para protecção integral do sistema para ocorrência de falha ou descarga eléctrica.

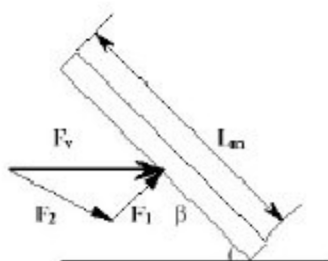
O condutor de terra deve estar separado dos demais condutores, de forma a evitar descargas de indução. E seu caminho de conexão à haste deve possuir o menor caminho possível, sempre se possível em linha recta e vertical. Devem-se evitar ligações que provoquem correntes de retorno (loops).

#### d) Estruturas de suporte de Módulos FV

Os maciços base, a estrutura de suporte, as buchas e ou os sistemas de amarração deverão ser dimensionadas de forma a serem capazes de resistir eficazmente às tracções provocadas pela força do vento. Para este efeito de cálculo devem ser considerados os dados históricos de vento no local e as normas em vigor para este tipo de estruturas.

Assim, deve ser considerado que a estrutura na sua totalidade deve suportar uma velocidade máxima do vento de 120 km/h, que equivale a 33,3 m/s.

Figura 18:Diagrama de força no painel



Fonte: [www.blue-sol.com](http://www.blue-sol.com)

#### e) Descrição Matemática

✓ **Necessidade de Geração de Energia de Módulos FV**

— (10)

Onde:

- Necessidade de geração,
- Energia consumida por dia,
- Horas de Isolação a Pleno Sol.

❖ **Quantidade de Módulos FV**

Para o cálculo de quantidade de Painéis Solares é calculada pela equação:

$$= \text{---} \quad (11)$$

Onde:

- Quantidades de Painéis,
- Necessidade de geração,
- Potência do Painel.

#### ❖ **Rendimento de Módulos FV**

Para o cálculo de Geração instalada é calculada pela equação:

$$= \times \quad (12)$$

Onde:

- Geração de Instalação,

$Qp$  – Quantidade de Módulos FV,

$Pp$  – Potência do painel.

Para o cálculo de Rendimento é calculada pela equação:

$$= \text{---} \quad (13)$$

Onde:

$\eta$  – Rendimento de módulos FV,

- Geração de Instalação,

$NG$  – Necessidade de Geração.

### 2.3.3 Baterias

Segundo CEPEL-CRESESB, (2004: 53), “a palavra “bateria” refere-se a um grupo de células conectadas electricamente em série e/ou paralelo para produzir uma tensão e/ou corrente mais elevada do que a que pode ser obtida por uma única célula. Uma bateria pode também ser constituída por uma única célula caso esta se constitua num sistema de armazenamento electroquímico completo”.

Figura 19: Bateria de 12v 2000Ah 6 x OPzV Series /GFMJ-2000H 2V 2000Ah



Fonte: <https://www.commodoreaustralia.com.au/product/12v-2000ah-6-opzv-series-gfmj-2000h-2v-2000ah/> (09:34, 04/02/2020).

#### a) Banco de baterias

di Souza, (2004: 81), afirma que um banco de baterias é constituído por uma quantidade calculada de elementos conectados em serie e/ou paralelo, que fornecerão a potência demandada pelas cargas, no período de autonomia em que devem funcionar sem receber recarga do arranjo fotovoltaico nos dias sem insolação.

#### ✓ Baterias para Sistemas Fotovoltaicos

Segundo di Souza, (2004:82) afirma que “a bateria para o uso fotovoltaico deve ser de chumbo-ácido ou níquel- cadmio. As baterias de níquel-cadmio suportam descargas maiores e tem maior

vida útil, mas seu alto custo e baixa disponibilidade as tornam viáveis em sistemas muito específicos que necessitam de alta confiabilidade”.

### **b) Constituição das baterias**

Segundo di Souza, (2004: 82) afirma que Baterias de chumbo-ácido são constituídas de células individuais- também chamadas de pilhas- com tensão de 2 V cada uma, que nas baterias em monoblocos são ligadas em série para alcançar a tensão nominal (6 células constituem uma bateria de 12 volts).

Cada célula é constituída basicamente por duas placas de metais diferentes (uma positiva e a outra negativa) isoladas por separadores e imersas em uma solução aquosa de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). As placas são eléctrodos de chumbo em formato de grade com função de segurar a matéria activa e conduzir a corrente eléctrica.

### **c) Desempenho das Baterias**

Segundo di Souza, (2004: 87), aponta alguns termos relativos às baterias que se deve considerar, no momento de projectar um banco de baterias.

- ✓ **Carga/Descarga:** Processo de conversão da energia eléctrica em energia química e vice-versa.
- ✓ **Capacidade:** é a quantidade de carga eléctrica que uma bateria pode fornecer até ficar totalmente descarregada.
- ✓ **Capacidade nominal:** quantidade de carga extraível de uma bateria (ou elemento) em **n** horas, em uma temperatura média de  $25^{\circ}C$  .
- ✓ **Capacidade útil:** capacidade utilizável da bateria. É o produto da capacidade nominal pela profundidade de descarga.
- ✓ **Profundidade de Descarga:** quociente entre a carga extraída e a capacidade nominal de uma bateria, expressa em percentagem. A máxima profundidade de descarga, em uma bateria de chumbo-ácido, deve ser de 80%. A cima disso, a bateria pode não se recuperar e ser recarregada novamente.
- ✓ **Auto descarga:** perda de carga da bateria quando esta está em circuito aberto. É provocada pela constante reacção química no interior da bateria. Geralmente é expressa

em porcentagem, medida por mês. O Auto descarga é maior ou menor, segundo a temperatura no ambiente das baterias. Devido à essa perda energética, baterias não podem ser armazenadas, ou deixadas sem carga, em sistemas fotovoltaicos de uso esporádico.

- ✓ **Ciclo:** sequência completa de carga e descarga da bateria em determinada profundidade de descarga. Quanto menor for a profundidade de descarga, mais ciclos uma bateria suporta. Um ciclo é aberto quando a bateria começa a descarregar, e é fechado quando a bateria é completamente recarregada. Em um sistema fotovoltaico que não recebeu suficientemente radiação solar, o banco de baterias não será completamente carregado e o ciclo continua, com profundidade de descarga maior.
- ✓ **Corrente:** Assim como a capacidade, é determinada baseando-se no período descarga/descarga da bateria.

#### **d) Efeitos do Envelhecimento nas Baterias**

O grande inconveniente das baterias é a sua curta vida útil, entre 2 e 6 anos (de 10 a 15 anos, para as baterias fotovoltaicas especiais). Os motivos da vida útil reduzida são os processos de envelhecimento sofrido pelos elementos. Esses processos reversíveis ou não, que podem se influenciar e intensificar mutuamente, afirma (di Souza, 2004:89), são listados a seguir:

- ✓ **Estratificação do Electrolítico (reversível):** Como o processo de carga e descarga, o ácido no electrólito tende a descer para o fundo da bateria, devido à sua maior densidade em relação à água que é liberada no processo. Durante o processo de recarga, o ácido vai se recombinando com água, mas continua mais concentrado na parte inferior, provocando maior diferença de potencial e maior desgaste na parte inferior das células. Para evitar a estratificação é recomendável uma pequena gaseificação controlada do electrolítico, através de uma carga de equalização, que consiste em uma sobrecarga por curto período.
- ✓ **Corrosão (irreversível):** A corrosão da grade de chumbo do polo positivo é causada pelo alto potencial positivo, que provoca o aumento da resistência da grade. Ocorre com mais frequência quando a tensão ultrapassa os 2,4 V ou fica abaixo dos 2 V. As escamas de material corroído que caem das placas podem provocar curtos-circuitos.
- ✓ **Sulfatação (irreversível):** Se a bateria não for suficientemente carregada depois de uma descarga, começam a se formar cristais de sulfato que não são mais convertidos em

chumbo ou óxido de chumbo durante a recarga. Com isso a matéria activa diminui e junto, a capacidade de carga de bateria. A parte inferior da célula é a mais afectada, pois raramente recebe uma recarga total.

- ✓ **Sedimentação (irreversível):** A variação de volume durante os processos de carga e descarga provoca o desprendimento de matéria activa que, com a formação de gás no electrólito fica solto e cai no fundo do vaso. Se o espaço entre o fundo e as placas for pequeno, esses pedaços de matéria activa podem causar curto-circuito entre as placas.
- ✓ **Secagem (irreversível):** Se ocorre a gaseificação total do electrólito e a água (destilada) não for resposta, a bateria secará e não funcionará mais.

### e) Descrição Matemática

#### Cálculo do Banco de Baterias

Para o cálculo da corrente nominal da Bateria é calculada pela equação:

$$= \times (14)$$

Onde:

*Inb* – Corrente nominal das Baterias,

*Icc* – Capacidade instalada dos controladores,

*HSP* – Horas de Isolação a Pleno Sol.

#### ❖ Cálculo da Quantidade das Baterias

Para o cálculo da quantidade necessária de Baterias é calculado pela equação:

$$= \text{---} (15)$$

Onde:

$Q_B$  – quantidade necessária de Baterias,

$I_{NB}$  – Corrente nominal das Baterias,

$C_B$  – Capacidade das Baterias.

#### ❖ Cálculo da Capacidade da bateria

Para o cálculo da Capacidade da bateria Instalada é calculada pela equação:

$$= \times C \quad (16)$$

Onde:

$C_{BI}$  – Capacidade Instalada das baterias,

$\eta$  – Rendimento das Baterias,

$C_B$  – Capacidade das Baterias.

#### ❖ Cálculo do Rendimento

Para o cálculo do rendimento é calculada pela equação:

$$= \text{---} (17)$$

Onde:

$\eta$  – Rendimento das Baterias,

$C_{BI}$  – Capacidade Instalada das baterias,

$C_B$  – Capacidade das Baterias.

### 2.3.4 Inversores

Segundo Pinho & Galdino, (2014: 216) afirma que um inversor é um dispositivo electrónico que fornece energia eléctrica em corrente alternada (C.A) a partir de uma fonte de energia eléctrica em corrente contínua (C.C).

CEPEL-CRESESB (2004: 75) afirma que “inversor é componente responsável pela conversão de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA). Este também mencionado na literatura como PCU - Power Conditioning Unit (Unidade Condicionadora de Potência) ”.

Figura 20: Inversor 25000W



Fonte:<https://atersa.shop/inversor-conexion-a-red-sunny-tripower-25000tl-sma/> (09:41,04/02/2021).

Figura 21: Inversor 14481.6W



Fonte: Autor (Janeiro de 2021).

#### a) Características dos inversores

CEPEL-CRESESB (2004: 77), aponta algumas características que devem ser consideradas na especificação de um inversor:

- ✓ **Forma de onda:** Os inversores geralmente são classificados de acordo com o tipo de tensão CA produzida;
- ✓ **Eficiência na conversão de potência:** Eficiência é a relação entre a potência de saída e a potência de entrada do inversor, para uma carga resistiva;
- ✓ **Potência nominal de saída:** Indica que potência o inversor pode fornecer continuamente à carga;
- ✓ **Taxa de utilização:** Indica o número de horas que o inversor poderá fornecer a potência de pico ou máxima;
- ✓ **Tensão de entrada:** Em geral a tensão de entrada é função da potência total fornecida pelo inversor às cargas CA;
- ✓ **Tensão de saída:** A tensão de saída da maioria dos inversores é regulada;
- ✓ **Capacidade de surto:** A maioria dos inversores pode exceder sua potência nominal;
- ✓ **Regulação de tensão:** Indica a variação de amplitude permitida na tensão de saída;
- ✓ **Frequência:** Os aparelhos são fabricados para operarem em uma frequência específica;
- ✓ **Protecções:**
  - a) **Sobretensão na entrada CC** - Um inversor será danificado se os níveis de tensão de entrada (CC) forem excedidos;
  - b) **Sobrecargas e elevação de temperatura:** Recomenda-se incluir controlos capazes de desligar a unidade para impedir danos se as cargas impostas ao inversor excederem sua capacidade máxima ou se a temperatura de operação do inversor exceder o seu limite.

## b) Classificação dos Inversores

Pinho & Galdino, (2014: 217), afirma que os inversores podem ser divididos em dois grandes grupos:

- ✓ Comutados pela rede (comutação natural) e;
- ✓ Auto comutados (comutação forçada).

## c) Descrição Matemática

- ❖ **Cálculo da potência dos inversores**

$$= \quad (18)$$

Onde:

- Potência Instalada,
- Quantidades dos Painéis,
- Potência dos Painéis.

#### ❖ Cálculo de Quantidades dos Inversores

$$\text{Nº de Inversores} = \frac{P(W)}{P_{inv}} \quad (19)$$

Onde:

Nº de Inversores é o número total de inversores necessários para a instalação,

$P(W)$  É valor de potência consumida pelas cargas CA em W,

$P_{inv}$  É valor da potência do inversor escolhido.

#### ❖ Cálculo da Capacidade dos Inversores

$$= \quad (20)$$

Onde:

- Capacidade do inversor,
- Quantidades de inversores,
- Potência dos Inversores.

### 2.3.5 Controlador de carga

CEPEL-CRESESB G. D.–G., (200 :68), afirma que Controladores de carga são incluídos na maioria dos Sistemas Fotovoltaicos (SF's), com os objectivos básicos de facilitar a máxima transferência de energia do arranjo fotovoltaico para a bateria ou banco de baterias e protegê-las contra cargas e descargas excessivas, aumentando, conseqüentemente, a sua vida útil das baterias.

Figura 22:Controlador de Carga



Fonte:<https://puntosolar.cl/index.php/producto/victron-regulador-de-cargasmartsolar-mppt-250-85-250-100/>  
(21.02.2021. 15:58)

#### As funções fundamentais de um controlador de carga:

- ✓ Controle da perfeita recarga do banco de baterias;
- ✓ Protecção contra sobrecargas indevidas;
- ✓ Protecção contradescarga excessiva (acima de 80%, ou ajustável)

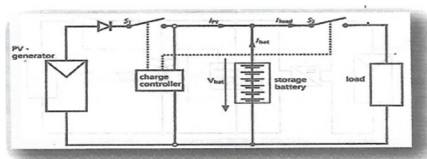
#### a) Formas de controlo de carga

De acordo à forma como controlam a carga do banco de baterias, os controladores podem ser classificados em: controladora série, controladora shunt ou controladores com MPPT.

#### ✓ Controladores Série

di Souza, (2004, 92), afirma que quando o banco de baterias alcança a tensão máxima de carga, esse tipo de controlador desconecta o arranjo fotovoltaico através de um relê ou uma chave de estado sólido, voltando a conectar o arranjo PV quando a tensão cai para determinado valor.

Figura 23: Controlador Série

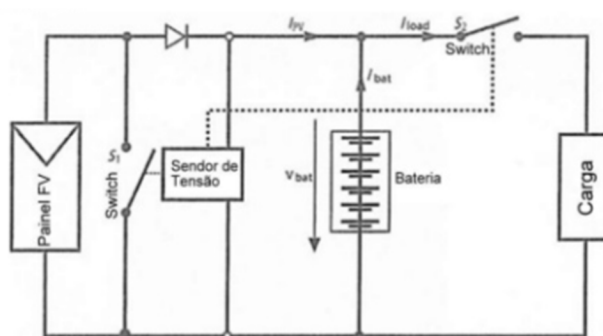


Fonte:www.blue-sol.com (Janeiro, 2021)

### ✓ Controladores Shunt

Um controlador shunt reduz continuamente a potência do arranjo fotovoltaico, a partir do momento em que a tensão máxima de carga é alcançada.

Figura 24: Controlador Shunt

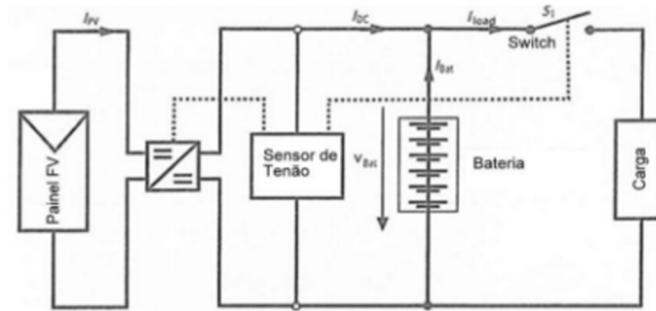


Fonte:www.blue-sol.com (Janeiro, 2021)

### ✓ Controladores com MPPT

Devido à maior complexidade e sofisticação do circuito electrónico, os controladores MPPT são mais caros que os controladores série ou shunt, e seu uso é benéfico em sistema com potência pico superior a 500Wp.

Figura 25: Controladores com MPPT



Fonte:www.blue-sol.com (Janeiro, 2021)

## b) Critérios de Seleção de um Controlador

Na hora de escolher o regulador/controlador para um sistema fotovoltaico, levamos em consideração:

- ✓ **Tensão Nominal do Sistema FV:** o controlador deve ter tensão nominal igual à tensão do banco de baterias, que é a tensão nominal do sistema fotovoltaico, que é quem determina o modo de associação dos módulos fotovoltaicos e das baterias;
- ✓ **Corrente de Curto-circuito do Arranjo Fotovoltaico:** os controladores devem ser capazes de receber a totalidade da corrente enviada pelo arranjo fotovoltaico, que é a corrente de curto-circuito. A corrente de curto-circuito do arranjo é a soma das correntes dos módulos ligados em paralelo.

## c) Descrição Matemática

### ❖ Cálculo da Controlador de Carga

Para o cálculo de corrente do controlador é calculada pela equação:

$$- (21)$$

Onde:

$I_c$  – Corrente do controlador,

$G_I$  – Geração instalada,

V – Tensão DC nominal de controlador de carga.

❖ **Quantidades de Controlador de carga**

$$= \text{—————} \quad (22)$$

Onde:

$Q_c$  – Quantidade de controlador de carga,

$I_c$  – Corrente do controlador,

$I_{c\text{escolhido}}$  – Capacidade do controlador escolhido.

❖ **Rendimento do Controlador de carga**

Para o cálculo do Rendimento é calculado pela equação:

$$= \quad \times \quad (23)$$

Onde:

$C_i$  – Capacidade instalada de controlador de carga,

$Q_c$  – Quantidade de controlador de carga,

$I_{c\text{escolhido}}$  – Capacidade do controlador de carga escolhido.

Logo, o Rendimento será dado pela equação:

$$= \text{—} \quad (24)$$

Onde:

$\eta$  – Rendimento de controlador,

$C_i$  – Capacidade instalada de controlador de carga,

$I_{CC}$  – Capacidade do controlador de carga escolhido.

## 2.3 Cabos e acessórios

### 2.4.1 Condições gerais:

Para di Souza, (2004 :92), “a instalação eléctrica de um sistema fotovoltaico, apenas devem ser usados cabos de cobre e que cumpram os requisitos para esta aplicação. Antes de mais é necessário distinguir entre os cabos de módulo ou de fileira, cabo principal DC e cabo do ramal AC”. Porém, designam-se por cabos de módulo ou cabos de fileira, os condutores que estabelecem a ligação eléctrica entre os módulos individuais de um gerador solar e a caixa de junção do gerador ou do regulador de tensão se o sistema usa baterias. Estes cabos são aplicados no exterior.

Figura 26: Cabos eléctricos de DC



Fonte: <https://puntosolar.cl/index.php/producto/victron-regulador-de-cargasmartsolar-mppt-250-85-250-100/>  
(21.02.2021. 15:58)

#### a) Descrição

**Cabo Solar Enerflex 1x6mm Vermelho ZZ-F (AS) 1,8 Kv. C. C.**

Condutor de cobre estanhado electrolítico, flexibilidade classe V, halogéneo tipo de isolamento livre de borracha EI-6 e exterior de borracha halogénio livre de fumo baixo e MS-8 tipo. Cores vermelhas ou preto.

#### b) Aplicações

Apropriada para conexão de painéis fotovoltaicos ou placas ou entre painéis para inversor DC AC. Os cabos flexíveis adequados para instalações fixas e móveis, tanto interiores como exteriores. Cabos de alta segurança (AS) resistentes ao ozônio e aos raios UV, retardante de fogo, fumaça baixa e livre de halogénio.

## CAPÍTULO III- METODOLOGIA

### METODOLOGIA

Nesta etapa são apresentados aspectos como, o tipo de pesquisa, a população, a amostragem, os instrumentos de colecta de dados, análise e tratamento dos dados.

Uma pesquisa científica pode ser classificada de diferentes modos, considerando as características específicas de cada área do conhecimento, (GIL, 1999).

A classificação da pesquisa indica o caminho que o pesquisador está adoptando para a realização de seu estudo, possibilitando a outros estudiosos a comprovação dos resultados, posteriormente apresentados, bem como a replicação do estudo em diferentes contextos ou áreas.

Para VERGARA (2005) os procedimentos adoptados têm relevante importância no processo da pesquisa, permitir que o pesquisador responda ao problema proposto e, conseqüentemente, atinja os objectivos esperados. Além de aproximar o pesquisador do objecto de estudo, esses procedimentos possibilitam traçar novos caminhos científicos, de forma que uma teoria seja reformulada, caso já exista ou seja construída, caso os resultados apresentem novas perspectivas para o fenómeno pesquisado.

#### 3.1.1 Quanto ao Tipo

Para Marconi e Lakatos (2003:155), a pesquisa é um procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento. A pesquisa, portanto, é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.

Esta pesquisa é Aplicada pelo facto de ser motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos. Tem finalidade prática (GIL, 1999; CERVO; BERVIAN, 2002; apud VERGARA, 2005).

#### 3.1.2 Quanto à Natureza

Ainda que, conforme salientam Thorpe e Lowe (1999, p. 70), “não sejam inteiramente autónomas, estando subordinadas às considerações de propósitos e filosofia adoptada no estudo”

Duas possíveis direcções podem ser assumidas pelos pesquisadores: a dos métodos qualitativos e a dos métodos quantitativos.

Esta pesquisa enquadra-se na pesquisa qualitativa, porque segundo RICHARDSON (1999, p. 79) “A abordagem qualitativa de um problema, além de ser uma opção do investigador, justifica-se, sobretudo, por ser uma forma adequada para entender a natureza de um fenómeno social” Normalmente são implementadas técnicas de colecta, codificação e análise de dados, que têm como meta gerar resultados a partir dos significados dos fenómenos estudados, sem a manifestação de preocupações com a frequência com que os fenómenos se repetem no contexto do estudo.

### **3.1.3 Quanto ao objectivo**

Dentro da classificação da pesquisa, destacam-se, ainda, os níveis de manifestação do estudo, que podem ser identificados com base nos objectivos específicos propostos. Convencionalmente, os níveis de pesquisa se dividem em: (i) estudos exploratórios; (ii) estudos descritivos; e (iii) estudos explicativos (NEUMAN, 1997).

O presente trabalho de pesquisa quanto ao objectivo é exploratório, conforme salienta Triviños (1987, p. 109), “os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema”. O autor destaca que pode servir ainda “para levantar possíveis problemas de pesquisa”

### **3.1.4 Quanto às Fontes**

Este trabalho irá apoiar-se em fontes Secundárias que segundo GIL, (1999) são as fontes que possuem dados que já foram colectados e sintetizados, ou seja, informações disponíveis para consulta. Exemplos: relatórios, jornais, revistas, livros etc. Como fontes secundárias de dados, Marconi e Lakatos (2010, p. 143), apontam: Imprensa em geral e obras literárias.

### **3.1.5 Quanto ao Método**

De acordo com Gil (2007:64-74), Uma pesquisa, tendo em vista seus procedimentos técnicos, pode ser classificada da seguinte forma: Pesquisa bibliográfica, documental, experimental, estudo de campo e estudo de caso.

Portanto, quanto ao procedimento técnico ou tipo de pesquisa, esta pesquisa enquadra-se nos estudos de Caso que são caracterizados pelo estudo exaustivo de um ou de poucos objectos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. Para a realização de um estudo de caso podem ser utilizadas diferentes fontes de investigação, como: entrevistas, questionários e observação (GIL, 1999; YIN, 2001).

### **3.1.6 Quanto aos Instrumentos**

De acordo co Marconi e Lakatos (2003:165) "Colecta de dados é a etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas seleccionadas, a fim de se efectuar a colecta dos dados previstos".

De acordo com os objectivos pretendidos pelo estudo, os seguintes métodos de colecta de dados podem ser adoptados: (ii) observação; (iii) entrevistas; e (iv) questionários (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2000).

Para a materialização do presente estudo de caso, serão utilizados como instrumentos de colecta de dados a observação, o questionário, a entrevista e a revisão de literatura.

#### **3.1.6.1 Observação**

Consiste em observar, directa ou indirectamente, os fenómenos que estão sendo analisados. É interessante pelo fato de que os dados são percebidos directamente na realidade que está sendo investigada, sem qualquer intervenção de terceiros. Há uma redução do factor subjectivo. Pode ser estruturada, não estruturada, participante, não participante, individual ou em equipe, no cotidiano das pessoas ou em laboratório (GIL, 1999; apud MARCONI E LAKATOS, 2010).

Serão observados todos fenómenos que ocorrem no processo funcional do sistema e será usada como critério para verificar a veracidade das informações obtidas através de outras técnicas, como entrevistas.

Marconi e Lakatos (2010) salientam que a partir da observação os pesquisadores têm a oportunidade de avaliar a veracidade de depoimentos concedidos por diferentes actores sociais. Isso se torna possível, pelo facto de que nos depoimentos as pessoas têm mais facilidades em distorcer as informações, e, nos comportamentos no dia-a-dia, dificilmente conseguem manter essas distorções.

### **3.1.6.2 Entrevista**

Consiste na acção em que pesquisador e pesquisado ficam frente a frente e o pesquisador formula perguntas de acordo com o seu interesse de pesquisa. É a técnica de pesquisa mais utilizada no meio social por diferentes profissionais a partir de diferentes interesses (GIL, 1999). Para a efectivação deste trabalho serão feitas entrevistas a dois técnicos da área de electricidade e alguns técnicos de saúde do Hospital distrital de Nacala.

### **3.1.6.3 Questionário**

Instrumento de investigação composto por um número de questões que são apresentadas às pessoas envolvidas na pesquisa. Podem ser autos aplicados ou aplicados com entrevista ou formulários (GIL, 1999). Podem ser enviados por correio, que, após o preenchimento, serão devolvidos pelo participante (MARCONI; LAKATOS, 2010). Contudo, percebe-se que alguns questionários são aplicados na presença dos pesquisadores, que podem aguardar seu preenchimento, ou fazer as perguntas e marcar as respostas.

## **3.2 Universo e Amostra**

### **3.2.1 Universo**

Segundo Marconi e Lakatos (1992:108), “o universo ou população é um conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”. Para o Presente trabalho, o universo são todos os hospitais da província de Nampula

### **3.2.2 Amostra**

Marconi e Lakatos (2003:163), “a mostra é uma parcela convenientemente seleccionada do universo (população); é um subconjunto do universo.” Portanto, para o presente trabalho tem como a amostra o Hospital Distrital de Nacala-Porto, e será usado o modelo de amostragem aleatória simples.

Amostra aleatória simples é um processo onde cada elemento tem probabilidade conhecida e idêntica à dos outros elementos a ser seleccionado para fazer parte da amostra.

Tabela 2: Distribuição da amostra

<b>Ordem</b>	<b>Número</b>	<b>Área</b>	<b>Pessoas abrangidas pela pesquisa</b>
1	4	Administração	Técnicos de RH e finanças
2	4	Saúde	Técnicos de saúde e serviços gerais
3	2	Electricidade	Técnicos de operação e manutenção eléctrica

Fonte: Autor (Fevereiro, 2021)

## CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa realizada no hospital distrital de Nacala, baseou-se em técnicas de observação e questionário básico, obteve resultados que são apresentados e que foram considerados válidos para efeitos deste estudo, analisados e discutidos neste presente capítulo.

O hospital distrital de Nacala-porto localiza-se no Bairro Mathapué, Cidade de Nacala e província de Nampula, conforme ilustrado no mapa a seguir.

Figure 27: Mapa de Localização, Hospital distrital de Nacala



Fonte: <<https://www.google.com/maps/place/Hospital+Distrital+de+Nacala>, (Fevereiro, 2021).

Figure 28: Hospital distrital de Nacala



Fonte: Autor (Fevereiro 2021)

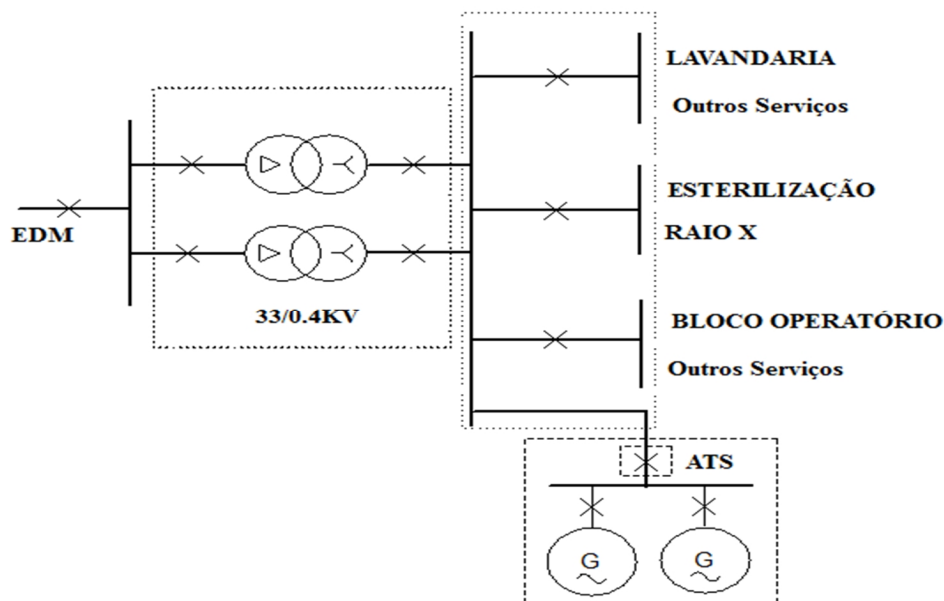
#### **4.1 Estado actual do sistema de alimentação de energia eléctrica do distrital de Nacala**

O Hospital distrital de Nacala é alimentado pela rede concessionária EDM a partir de um ramal de média tensão a um nível de tensão de 33/0.4KV/50HZ.

A instalação conta com dois transformadores de 400KVA alimentados por um barramento comum a 33KV pela rede Nacional e por sua vez alimentam um barramento de baixa tensão, a partir deste barramento são alimentadas as cargas de baixa tensão nomeadamente, todos os edifícios do Hospital incluindo a clínica privada do Hospital distrital, a iluminação exterior entre outras. E conta também com dois geradores de emergência que entram automaticamente em serviço em casos de indisponibilidade da rede Nacional da concessionária EDM.

## Diagrama do sistema eléctrico actual de alimentação do Hospital Distrital

Figura 29: Diagrama do sistema eléctrico de alimentação do Hospital distrital de Nacala



Fonte: Autor (Fevereiro 2021)

## 4.2 Sistema de Serviços Auxiliares- Grupo Gerador

### 4.2.1 Análise dos Custos de Implantação

O Hospital distrital de Nacala porto, conta com 2 grupos geradores de emergência de 400KVA cada.

Considerando a potência total da instalação 800kVA, devido à potência instalada de transformadores, temos:  $P = \frac{800}{0.85} = 941.18$  .

A tabela abaixo, ilustra as estimativas de encargos na implantação do grupo gerador, instalado no Hospital distrital de Nacala.

### Mapa de estimativa de custos de montagem do grupo gerador

Tabela 3: Mapa de estimativa de custos de montagem de grupo geradores

Descrição do Equipamento	Un	Qty	Custo Unitário (Mt)	Custo Total (Mt)
Grupo gerador 400 KVA/400V	Un	2	4.380.900,00	8.761.800,00
ATS	Un	1	629.216,56	629.216,56
Acessórios de montagem	Un	1	500.000,00	500.000,00
Estimativa de Custo de Materiais (Incluindo IVA, 17%)				11.572.489,38
Mão de Obra	7% do Custo de Material			810.074,26
<b>TOTAL</b>				<b>12.382.563,64</b>

Fonte: Barlow Moçambique (2020)

O custo de implantação do Grupo Gerador incluindo a Mão-de-obra é de 12.382.563,64 (Doze milhões trezentos oitenta e dois mil, quinhentos e sessenta e três, sessenta e quatro centavos)

#### 4.2.2 Análise dos Custos de Operação

Os serviços Auxiliares do Hospital distrital de Nacala porto, conta com 2 grupos geradores de 500KVA cada, de emergência.

Tabela 4: Consumo de Combustível do Grupo Gerador

Potência Nominal	Standby			
	500 KVA - 400 kW			
Carga Aplicada	Full	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
Consumo (Litros / Hora)	110	100	84	60

Fonte: Caterpillar. Prime (2009, p.6).

### Orçamento do Consumo de Combustível

Conhecida a carga dos Serviços Auxiliares já acima visto e com ajuda da tabela potência/ consumo, e as interrupções da EL05 de 2018 até 2019.

De acordo com a EDM, afirma que os KPIs de 2018 até 2019 a linha que alimenta o Hospital distrital de Nacala EL05 esteve indisponível por 150h e 41 minutos que correspondem a seis (6) dias, 1h e 6 minutos, conforme o apêndice 2, tabela 17.

Demonstração matemática:

$$1 \text{ dia} \rightarrow 24 \text{ h}$$

$$150 \text{ h}, 41 \text{ min} \rightarrow X$$

$$X = \frac{150 \text{ h}, 41 \text{ min}}{24 \text{ h}} = 6,25 \pm 0,41 \Rightarrow 6 \text{ Dias, } 1 \text{ hora e } 6 \text{ minutos}$$

### Cálculo de consumo de combustível

$$110 - 150 = 16500$$

$$110 - \frac{6}{60} \times 1 = 110 - 0,68 = 11$$

$$16500 + 11 \times 2 = 33022$$

$$33022 \times 65,28 = 2.155.676,16$$

Tabela 5: Mapa de estimativa de custos Operacionais e de montagens de grupo gerador

Descrição	Un	Qty	Custo Unitário (Mt)	Custo Total (Mt)
Custo de Implantação	Un	1	12.382.563,64	12.382.563,64
Custo de Operação (no Período em estudo)	Un	1	2.155.676,16	2.155.676,16
Estimativa de Custo Total				14.538.239,80

Fonte: Autor da Monografia (Março, 2020)

O custo Total de Implantação e de Operação incluindo a Mão-de-obra é de 14.538.239,8 (Catorze milhões, quinhentos trinta e oito mil, duzentos trinta e nove, e oitenta centavos).

### 4.3 Sistema de Serviços Auxiliares – SFV

#### 4.3.1 Dimensionamento de SFV

##### a) Módulos Solares

Baseando-se na potência dos transformadores, a potência instalada no Hospital é de 800KVA que corresponde a 680kW.

##### Descrição Matemática

- **Cálculo de Necessidade de Geração de Energia de acordo com as horas de insolação**

A região em estudo é a cidade de Nacala-porto, Bairro Mathapué e possui uma insolação que varia em cada estação do ano, como projectista, escolhi o valor médio anual da radiância que é de 5.4h/dia e o consumo diário é de 680.000 W/dia.

Para o cálculo da necessidade de geração por horas de sol recorre-se a equação [10]:

$$N_G = \frac{E_c}{HSP}$$

$$N_G = \frac{680000 \text{ Watts / dia}}{5.4 \text{ horas / dias}} = 125.925,92 \text{ Watt / h}$$

Neste caso serão necessários 125,9kW/h para fazer face a demanda total do Hospital distrital de Nacala, a maior unidade sanitária da cidade de Nacala.

- **Quantidade de Módulos FV**

A quantidade de Painéis Solares é calculada pela equação [11 ]:

$$Q_p = \frac{N_G}{P_p}$$

$$Q_p = \frac{125.925,92 \text{ Watts / horas}}{500 \text{ W}} = 251,85 \text{ paineis Painéis} \Rightarrow 252 \text{ Painéis}$$

$P_p=500\text{W}$ - corresponde a potência padronizada escolhida dos PV's da SolarHome, conforme a figura 35 e tabela 20 do anexo 2.

- **Rendimento de Módulos FV**

A geração instalada é calculada pela equação [12]:

$$= \quad \times$$

$$= 252 \quad 500 \quad = 126000 \quad /$$

O rendimento é calculado pela equação [13]:

$$= \text{---}$$

$$= \frac{126000}{125.925,92} = 1,00059 \quad 100\% = 100,01\%$$

Temos então 0,1% de reserva,

## b) Controlador de Carga

Usando a equação [21] da capacidade de controlador de carga, e substituindo os valores temos:

$$I_c = \frac{126000 \text{ W / h}}{48 \text{ Volts}} = 2625 \text{ Ah}$$

48V é a tensão nominal dos controladores de carga escolhidos para este projecto.

## Quantidade de Controlador de Carga

Neste caso a quantidade de controladores de carga é dada pela equação [22] e substituindo os valores temos:

$$= \frac{2635}{82} = 30.88 \Rightarrow 31 \text{ Controladores}$$

Controladores de carga  $\Rightarrow$  31 Controladores de carga de 85A.

Foram escolhidos para o presente projecto controladores do fabricante SMA, 32 controladores CC – CA, bidireccional SUNNY BOY 5000TL.

Sendo assim, a capacidade de controladores a instalar será:

$$= 31 \times 85 = 2635$$

Rendimento do controlador, equação [24]:

$$= \frac{2635}{2625}$$

$$= \frac{2635}{2625} = 1,00380 \quad 100\% = 100.38\%$$

Com esta quantidade de controladores da SUNNY BOY de 85A, teremos uma reserva de 0.38%.

### C) Inversor CC – CA

#### Cálculo do inversor

A corrente gerada pelos painéis é uma corrente contínua (CC); porém, os equipamentos da instalação eléctrica são alimentados com corrente alternada (AC). Portanto, faz-se necessária a utilização de inversores para converter a corrente contínua em corrente alternada.

O inversor é seleccionado de acordo com a potência a transformar; para tal, será multiplicada a quantidade de placas pela potência que possuem, Logo:

$$= 252 \times 500 = 126000$$

$$= \frac{126000}{14481.6} = 8.7 \Rightarrow 9 \text{ Inversores}$$

Serão necessários para este projecto 9 Inversor de 14481.6W

$$= 9 \times 14481.6 = 130334.4$$

E o rendimento será:

$$= \frac{130334,4}{126000} = 1,0344 \cdot 100 = 103,44\%$$

Temos como reserva 3,44%

#### d) Dimensionamento das baterias

De acordo com o modelo das baterias escolhidas, para o cálculo da capacidade útil teve-se em conta um limite de descarga máxima, ou seja, considerou-se que as baterias estejam carregadas a 80% e com uma profundidade de descarga de 20%=0.20.

$$= \frac{\times}{\quad}$$

Onde:

*Consumo* – Necessidade diária,

*Earmazenada* – Energia armazenada/Capacidade Nominal,

PD – Profundidade de descarga máxima.

$$E_{ar} = \frac{1 \times 680000}{0.20} = 3.400.000Wh$$

$$= \frac{\quad}{\tilde{a}}$$

$$C_{banco} = \frac{3.400.000}{48} = 70.833,33 Ah$$

#### Quantidade de Baterias

Escolheu-se baterias de 2000Ah, sendo assim, a quantidade de baterias necessárias será:

$$Q_B = \frac{70.833.33}{2000} = 35.42 \Rightarrow 36 \text{ Baterias}$$

Banco de baterias de 70833,33Ah.

Assim teremos 36 baterias de 2000Ah

$$= 36 \cdot 2000 = 72000$$

$$= \frac{72000}{70833,83} = 1,0165 \cdot 100 = 101.65\%$$

Tem como reserva 1.65%

### Resumo do dimensionamento de Sistema FV Centralizado

Feitos os cálculos acima, a tabela abaixo ilustra o resumo de equipamentos ora escolhidos para o sistema centralizado de geração fotovoltaica.

Tabela 6: Mapa de equipamentos para Sistema Fotovoltaico Centralizado

Designação do Equipamento	Quantidade
Necessidade de Geração Wh	125.925,92
Módulo Solar 24V-500Wp	252
Inversor Sunny Boy 5000TL, 14481.6 W	9
Controlador de carga, 85A, SANNY BOY 5000TL	31
Bateria OPzV 24V- 2000Ah	36

Fonte: Autor (Janeiro 2021)

### 4.3.2 Custo de Implantação

A tabela abaixo ilustra o resumo de custos dos equipamentos face ao dimensionamento do sistema de geração fotovoltaica.

Quantidade e estimativa de custos para SF

Tabela 7: Mapa de quantidades e estimativa de custos para SF

Descrição do Equipamento	Un	Qty.	Custo Unitário (Mt)	Custo Total (Mt)
Módulo Solar 24V-500Wp	Un	252	22,500.00	5,670,000,00
Inversor ZIGOR18102VA	Un	9	85,500.00	769,500,00
Bateria OPzV 2V- 2000Ah	Un	36	79,750.00	2,871,000,00
Par dos terminais de Baterias	Un	36	950,44	34,215,84
Condutor PBMR 2x50mm2	m	300	800	240,000,00
Condutor Enerflex 1x6mm2	m	300	120,63	36,900,00
Condutor Enerflex 1x10mm2	m	300	142,48	42,600,00
Condutor Enerflex 1x16mm2	m	300	160,65	48,195,00
Par de conector tipo MC4 MF	Un	300	101,55	30,465,00
Estrutura de montagem dos Painéis	Un	252	15,500,00	3,906,000,00
Estimativa de Custo de Materiais				13,675,875.84
Contingência 5%				683.793,79
<b>CUSTO SUBTOTAL DO SISTEMA</b>				<b>14.359.669.63</b>
Mão-de-obra 7%				1,005.176,87
<b>TOTAL</b>				<b>15.364.846,50</b>

Fonte: [https://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/pt\\_PT/?ObjectPath=/Shops/62387086/Products/acpanel004](https://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/pt_PT/?ObjectPath=/Shops/62387086/Products/acpanel004) -20.02.2021/21:20

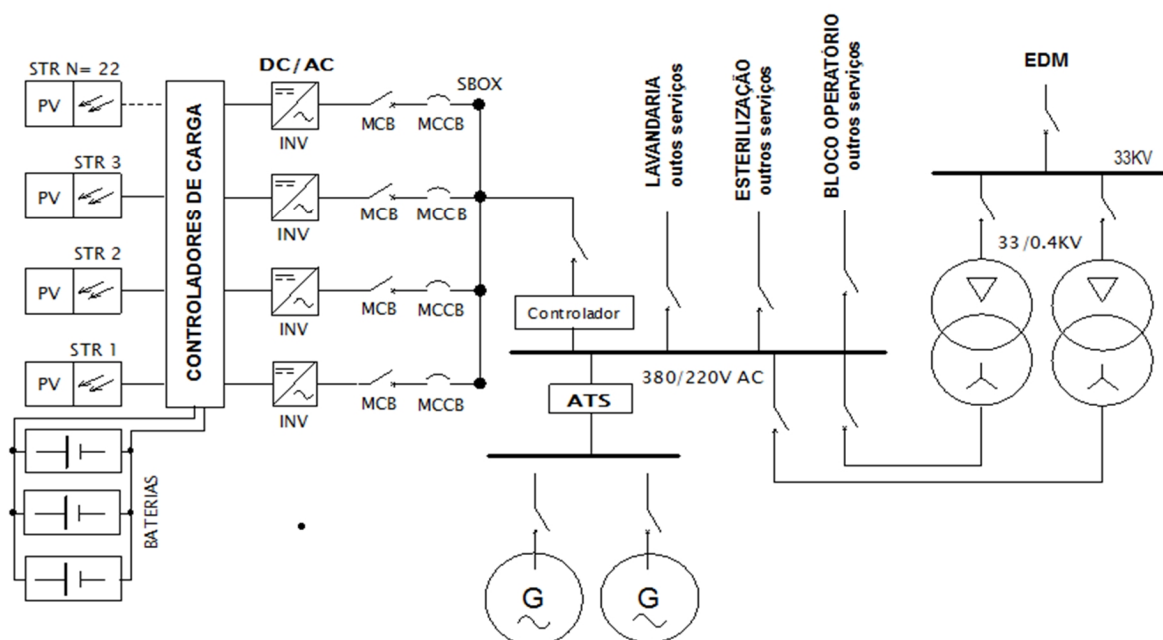
Câmbio do dia: 1€ → 9,24 Mt, 20.02.2021

Descrição do Custo de Implantação do Sistema Fotovoltaico incluindo Mão-de-obra é de 15.364.846,50 (Quinze milhões, trezentos sessenta e quatro mil, oitocentos quarenta e seis, e cinquenta centavos).

#### 4.4 PROPOSTA DE SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

O esquema abaixo ilustrado, representa a proposta de geração de energia eléctrica fotovoltaica off grid ou autónomo para funcionar como redundância do sistema auxiliar actual (Grupo gerador diesel), este sistema irá garantir a alimentação eléctrica e continuidade dos serviços do Hospital Distrital de Nacala em casos de indisponibilidade da rede eléctrica Nacional, reduzindo significativamente o tempo de operação dos geradores e consequentemente os custos de operação dos referidos geradores em aquisição de combustível, manutenção e outros custos.

Figura 30: Diagrama da proposta do sistema de geração fotovoltaica centralizada do Hospital distrital de Nacala



Fonte: Autor (Fevereiro 2021)

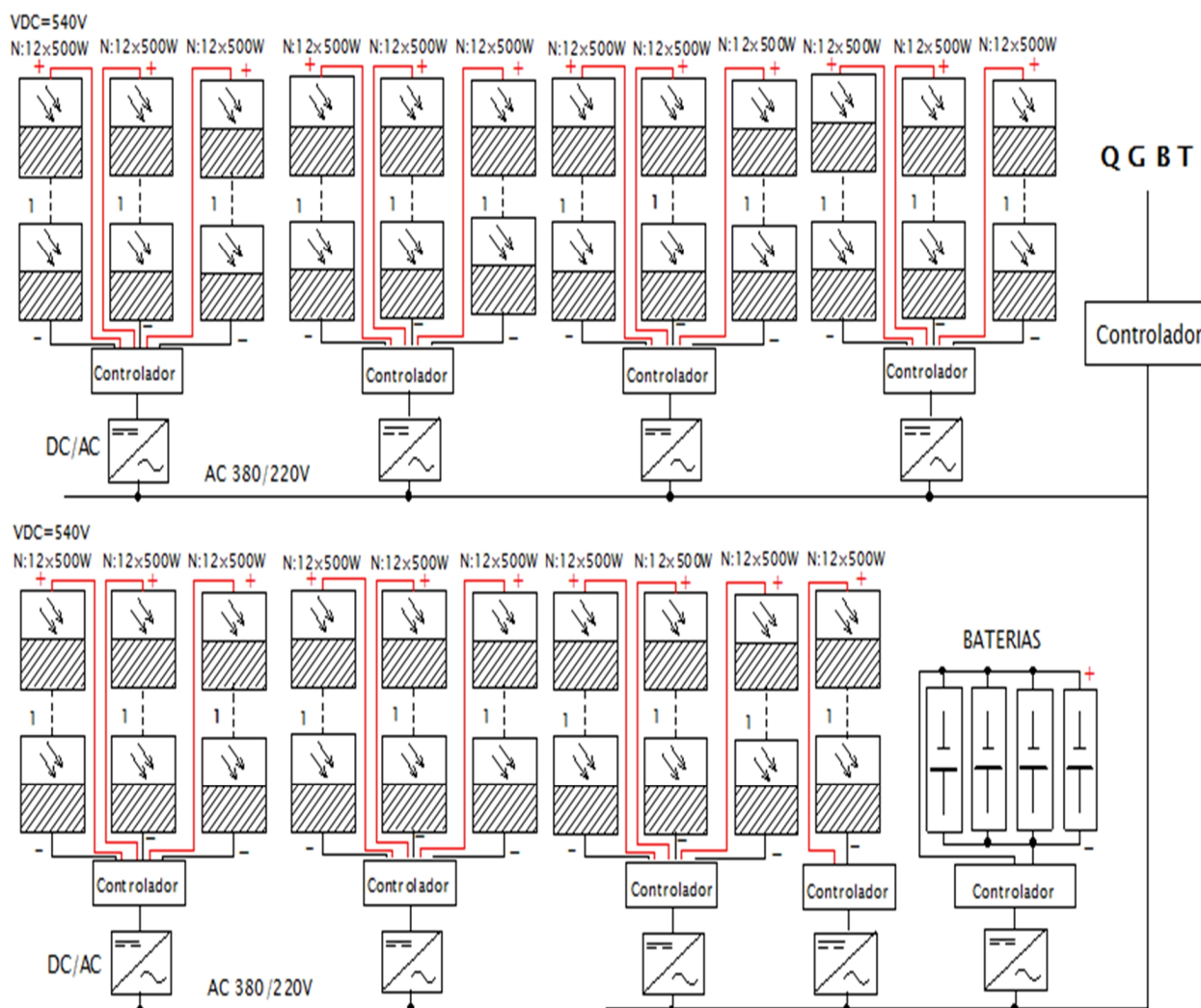
#### 4.4.1 Funcionamento

A tradução literária da expressão *off-grid* é fora da rede, ou desconectado da rede, o que significa que o sistema fotovoltaico aqui proposto não apresenta um ponto de conexão com a concessionária, ou seja, ele é isolado ou autónomo, tem como principal característica o “autosustento” por meio de baterias. O sistema não é conectado à rede eléctrica, armazenando a energia solar excedente em baterias para ser utilizada quando não houver produção.

O sistema *off-grid* tem como fonte de energia os módulos fotovoltaicos que convertem a irradiação solar em corrente eléctrica. A tensão na saída desses módulos varia ao longo do dia, Para resolver esse problema, será utilizado o chamado controlador de carga, a tensão DC de saída dos controladores de carga irá alimentar directamente as cargas permanentes e essenciais do Hospital através de um inversor DC/AC durante o dia com o tempo normal, enquanto os painéis solares alimentam as cargas igualmente fornece energia as baterias para ser armazenada, a energia armazenada é utilizada em momentos em que não há geração, como por exemplo: De noite, em períodos de mau tempo, em tempo chuvoso.

O banco de baterias é igualmente conectado a um inversor bidireccional DC/AC, que converte a corrente e tensão contínuas oriundas dos módulos fotovoltaicos e baterias, em corrente e tensão alternadas, que são utilizadas para alimentar as cargas do Hospital em momentos que não há geração como foi referido anteriormente, as baterias funcionam como se fossem a rede da concessionária, permitindo energia estável e ininterrupta, e deste modo garante-se a redundância do grupo gerador diesel de emergência e o fornecimento de energia ao Hospital em casos de indisponibilidade da rede Nacional, nestas condições o grupo gerador diesel só irá entrar em funcionamento em casos extremos.

Figura 31: Layout da planta proposta de geração fotovoltaica centralizada multi-inversora do hospital distrital de Nacala



Fonte: Autor (Fevereiro 2021)

#### 4.4.2 Descrição técnica dos equipamentos do sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico *off-grid* proposto para geração distribuída é composto essencialmente pelos seguintes equipamentos:

- 252 Módulos fotovoltaicos de 500 Wp;
- Estrutura metálica de suporte e fixação dos módulos fotovoltaicos;

- c) 9 Inversores DC/AC;
- d) Controladores de carga;
- e) Baterias
- f) String Box CC e CA;
- g) Cabos eléctricos fotovoltaicos e conectores do tipo MC4;
- h) Aterramento.

#### **a) Módulos fotovoltaicos**

O módulo fotovoltaico fabricado pela CANADIAN SOLAR INC. É constituído de células de silício policristalino, possui robustas esquadrias de alumínio resistente à intempéries e corrosão, conforme as especificações apresentadas na tabela abaixo, dos módulos da Canadian Solar modelo CS6P-490/ 495/ 500WP, tem-se as principais certificações internacionais de qualidade, como (Datasheet CS6P-P):

- ISO 9001: 2008 - “Quality Management System;
- ISO/ TS 16949: 2009 - “The Automotive Industry Quality Management System;
- ISO 14001: 2004 – “ Standards for Environmental Management System;
- OSHAS 18001: 2007 – “International Standards for Occupational Health & Safety.

Apresentam elevada eficiência e classificação “A” pelo INMETRO (TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 2017). A garantia do produto é de 10 anos contra defeitos de fabricação directamente com o fabricante. Os módulos têm vida útil de no mínimo 25 anos, (Datasheet CS6P-P). Na Tabela 8 estão listadas as especificações eléctricas do módulo instalado ou usado no caso de estudo:

Tabela 8: Especificações técnicas do Painel de 500Wp

Potência Máxima $W_p$	500
Tensão Máxima $V_{MPP}$ (V)	48,63
Corrente Máxima $I_{MPP}$ (A)	10,28
Tensão em Circuito aberto $V_{oc}$	59,01
Corrente em Curto-Circuito $I_{sc}$	10,87
Rendimento do Módulo $\eta_m$ (%)	19,51
Coefficiente de Temperatura $I_{sc}$ ( $\alpha I_{sc}$ )	+0,058%/°C
Coefficiente de Temperatura $V_{oc}$ ( $\beta V_{oc}$ )	-0,330%/°C
Coefficiente de Temperatura $P_{max}$ ( $\gamma P_{mp}$ )	-0,410%/°C
Temperatura da Célula	25°C

Fonte: <https://www.rebacas.com/paneles-solares-24-voltios/1155-panel-solar-500w-bluesun.html> (08:41,04/02/2021).

## b) Estrutura de suporte e fixação

### Montagem no solo

Para a montagem no solo os painéis fotovoltaicos devem obedecer alguns requisitos técnicos como se descreve a seguir.

A instalação será equipada com uma estrutura baseada em perfis de alumínio e hookies de aço galvanizado para evitar corrosão por conta de intempéries. Estas estruturas de apoio para módulos fotovoltaicos são calculadas considerando-se o peso da carga do vento para a área em questão. Os pontos de fixação para o módulo fotovoltaico são calculados para uma perfeita distribuição do peso na estrutura, seguindo todas as recomendações do fabricante (Estruturas

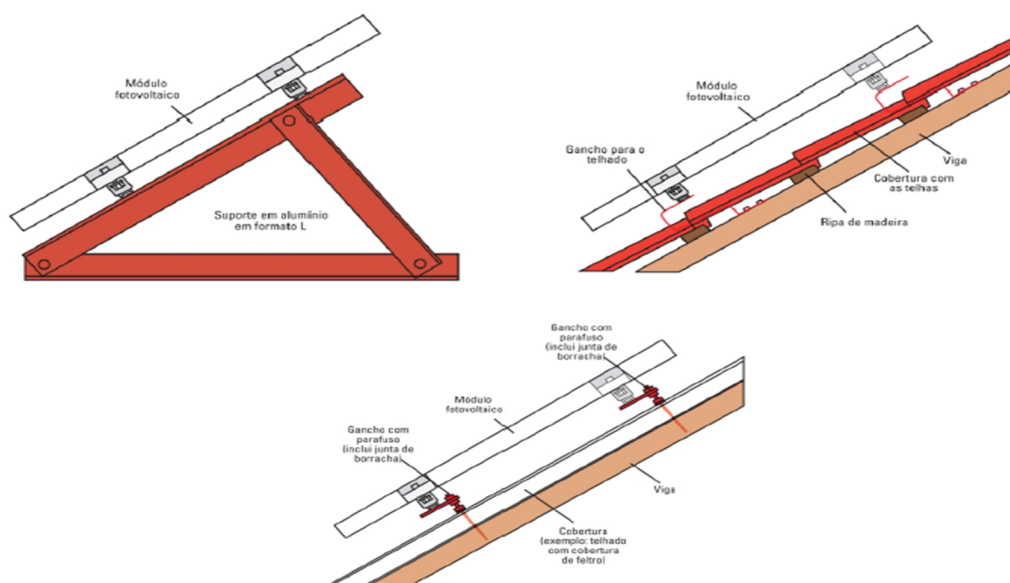
Metálicas para Sustentação de Módulos Fotovoltaicos em superfícies). A estrutura deve ser construída de modo que os módulos fotovoltaicos sejam orientados para o Norte. Os módulos serão prestados fora das sombras das paredes e fixados na própria estrutura e devem possuir mecanismo de ajuste manual para otimização da inclinação e posicionamento dos painéis.

### Montagem em Apoios

Os painéis devem ser fixados acima do solo através da implantação de poste galvanizado de concreto ou de fibra de vidro. Deve-se evitar este tipo de montagem em áreas de difícil acesso e para este tipo de instalação os painéis devem seguir os requisitos técnicos abaixo;

- Devem ter ângulo de inclinação permanente adequado à posição de otimização de incidência solar;
- Certificar que durante o ano não ocorra sombreamento de árvores ou edificações próximas;
- Os painéis devem estar virados para o norte geográfico, conforme a tabela a baixo:

Figura 32:Exemplos de Suportes Tipo Roof Mount e Groud Mount



Fonte: Smart Power (2019)

### **c) Inversor**

O inversor é o equipamento responsável por transformar a corrente contínua (DC) gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada (AC), ligado directamente à String Box, e através da mesma, ligado no Quadro geral de Distribuição de Cargas do Hospital.

Os inversores supervisionam o sistema fotovoltaico, entrando em operação a partir do momento em que os valores estão dentro da faixa de regime normal de operação. O conjunto de protecção de conexão dos inversores não permite que o equipamento funcione de forma ilhada, ou seja, casos de não produção dos módulos ou tensão das baterias abaixo do recomendado, o sistema para de funcionar se estas condições não forem verificadas, o inversor deixa de fornecer energia AC, garantindo a segurança do próprio sistema, caso todos os parâmetros sejam verificados o inversor conecta-se ao sistema automaticamente em caso da rede Nacional estiver fora de serviço e automaticamente dando ordens de paragem dos grupos gerador Diesel. Este tipo de protecção é o anti-ilhamento. Há outras, como o DPS (dispositivo de protecção contra surto), protecção contra Sobre e Subtensão, sobreintensidades, inversão de polaridade (Pinho, Galdino, 2014).

Os inversores aplicados em sistemas fotovoltaicos devem atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR IEC 62116. Funcionará também como dispositivo de monitoramento de isolamento, para desconexão automática da instalação fotovoltaica, no caso de perda da resistência de isolamento.

O lado de corrente contínua (DC) do inversor, será conectado aos módulos fotovoltaicos, pelo lado CC da String Box, e o lado de corrente alternada (AC), será conectado ao QGBT de distribuição eléctrica pelo lado CA da String Box, com tensão trifásica de saída 220 VCA. O inversor é especialmente projectado para perseguir o ponto de máxima transferência de potência do gerador fotovoltaico (MPPT), e entregar esta potência a instalação. As demais características de fabrico e operação estão descritas em anexo

### **d) Controlador de carga**

Para este projecto serão aplicados 32 inversores controladores CC – CA, bidireccionais SUNNY BOY 5000TL do fabricante SMA. Os controladores de carga são os responsáveis pela protecção das baterias. São eles que controlam o processo de carga e descarga das mesmas, prolongando assim sua vida útil e garantindo uma maior eficiência no armazenamento da energia produzida.

Ele funciona de modo que, através de medições de tensão da bateria (para verificar quão cheia ou quão vazia ela está), ele controla a intensidade da corrente que flui para ela. Assim, conforme a bateria se aproxima de sua carga máxima, o controlador reduz a intensidade da corrente. Além de permitir a carga completa da bateria, o controlador também impede seu descarregamento a níveis não seguros, o que poderia prejudicar sua integridade. Algumas características principais dos controladores de carga são: Protecção contra corrente reversa, Controle de descarga, Monitoramento do sistema, Protecção contra sobre corrente, Opções de montagem, Compensação de temperatura.

#### **e) Baterias**

As baterias devem apresentar as seguintes características:

Devem ser do tipo estacionárias (de chumbo-ácido), que pode ser programada para descargas de pequenas quantidades de corrente eléctrica durante longos intervalos de tempo;

- Não se deve permitir uma profundidade de descarga muito profunda (100%).

#### **f) String Box**

Para sistemas com mais de uma fileira/string, os cabos e as ligações em paralelo das mesmas deverão ser feitas dentro de um quadro A String Box, como mostrado na Figura a seguir, é o quadro de protecção e isolamento do sistema fotovoltaico. Possui as seguintes dimensões: 320 (largura) x 260 (altura) x 140 (profundidade) mm. Serão incorporados aos circuitos CC (Corrente Contínua) e CA (Corrente Alternada) os dispositivos de protecção do circuito para (STRING BOX CC+CA – PHB –2 STRINGS-1000V):

A) *Corrente Contínua (CC):*

DPS (Dispositivo de Protecção Contra Surto) para protecção contra descargas atmosféricas;

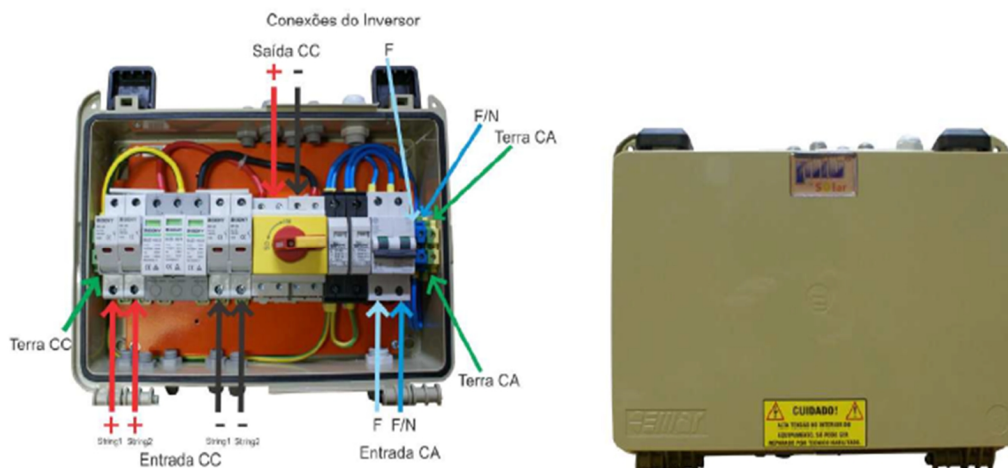
- Fusíveis;
- Chave Seccionador de corte dos módulos fotovoltaicos (1000 Vcc/ 32 A).

B) *Corrente Alternada (CA):*

DPS (Dispositivo de Protecção Contra Surto) para protecção contra descargas atmosféricas;

Disjuntor Bipolar (275 VCA/ 32 A).

Figura 33: STRING BOX CC/ CA



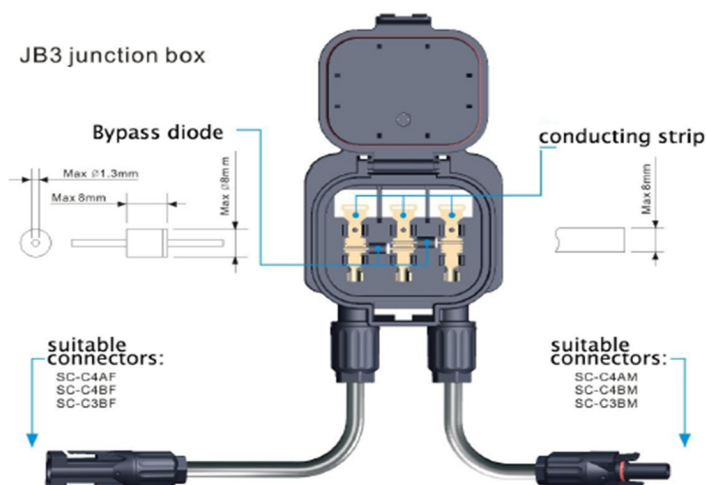
Fonte: PHB Solar (2019)

Na entrada CC da STRINGBOX chega-se a String 1 e 2 oriunda dos módulos fotovoltaicos e para cada string tem-se os fusíveis (Polos Positivos e Negativos), onde também são conectados os DPS que são interligados ao aterramento fotovoltaico. A chave CC localizada na saída CC tem a função de seccionar o circuito fotovoltaico da carga ou do QGBT (STRING BOX CC+CA – PHB – 2 STRINGS-1000V).

Todos os componentes eléctricos de protecção serão condicionados em uma caixa com grau de protecção IP65, contra intempéries, devidamente sinalizados, para a protecção e instrução de pessoal autorizado a realizar manobras de operação dos dispositivos de protecção, em caso de manutenções futuras. Caso o inversor apresente alguma destas protecções descritas, será dispensado o uso de equipamento externo (STRING BOX CC+CA – PHB – 2 STRINGS-1000V).

Para conexão entres os módulos fotovoltaicos, são necessários terminas de ligações. Os mais utilizados são o MC4, WM4 e Tyco, que permitem fácil ligação entre os cabos dos módulos. É possível se obter diversos tipos de conectores no mercado, como os da Figura 31. Em cada módulo há uma caixa de junção, visto na Figura 4.14. Dentro dela existem três terminais (+, - e PE), e na maioria dos casos está presente entre díodos de bloqueio/bypass. Para classe de isolamento II da caixa de junção não é necessário conexão ao sistema de equipotencial no terceiro terminal. No entanto, normalmente é conveniente ligação da estrutura do módulo ao aterramento.

Figura 34:Caixa de Junção do Módulo



Fonte: Sunyo Photovoltaic (2019)

Figura 35:Exemplo de Conectores para Instalações Fotovoltaicas



Fonte: Sunyo Photovoltaic (2019)

Para “crimpar” os conectores devem-se utilizar uma ferramenta específica. Dessa forma, possuindo diferentes tipos deles, podem-se customizar os cabos de acordo com a necessidade específica de cada situação durante a instalação. É extremamente importante uma correta ligação do cabeamento e dos conectores, para evitar arcos eléctricos, incêndios ou aquecimento e derretimento do isolamento.

### g) Condutores

Todos os condutores serão de cobre com protecção ultravioleta, resistentes às intempéries, e sua seção será suficiente para assegurar que a queda de tensão no cabeamento seja inferior a 4%, conforme a norma ABNT NBR 5410.

O circuito entre a série de módulos (string) e a entrada DC do inversor, será composto por cabos solares vermelho e preto (respectivamente positivo e negativo) com seção de 6 mm<sup>2</sup>. Para o aterramento do sistema fotovoltaico, foi utilizado o cabo verde com seção de 6 mm<sup>2</sup>. Serão utilizados conectores do tipo MC4 para interligação entre os módulos em série e da saída CC da String Box à entrada CC do Inversor. Os módulos fotovoltaicos possuem dois cabos com conectores MC4 macho/ fêmea, e a entrada DC do inversor é adequada para este tipo de conector. Os cabos serão acondicionados em tubos rígidos e electroduto.

#### Mapa de Especificações Técnica de cabos Solar

Tabela 9:Especificação técnicas dos Cabos Solar Enerflex 1x6mm

Tensão nominal C.A.	0,6 / 1 KV.
Tensão nominal DC:	1,8 KV.
Tensão de Teste C.A	3500 V
Tensão de Teste DC	5300 V
Dobre Raio	5 x diâmetro
Temperatura de operação	-40 ° C. a 120 ° C
Retardante de fogo	UNE EN 50266-2-4 IEC 60332-3
Baixa emissão de fumaça	UNE EN 50268 IEC 61034
Halogénio Zero	UNE EN 50267-2-1 IEC 60754-1

## **h) Aterramento**

A instalação de aterramento está de acordo com a norma ABNT NBR 5419, constituindo-se da protecção da estrutura contra descargas atmosféricas. Toda parte condutora de corrente eléctrica, apesar de não fazer parte directamente do circuito fotovoltaico, podem eventualmente ou acidentalmente ficar sob tensão, devendo ser aterrada, desde que esteja em local acessível a contactos. A estrutura de suporte e fixação dos geradores fotovoltaicos e o borne de aterramento do inversor estarão ligados ao aterramento do sistema fotovoltaico, e, o mesmo deve ser interligado ao sistema de aterramento principal da instalação.

A norma brasileira de protecção contra descargas atmosféricas (NBR 5419) recomenda uma resistência de terra com valor máximo de 10 ohms, para isto é necessário conhecer o tipo, a resistividade do solo e as opções de aterramento. Convém ressaltar que NBR 5410 proíbe a utilização de canalizações de gás, de água e outros serviços como eléctrodo de aterramento. Quanto à resistência do sistema de terra obtida através da quantidade de hastes, elementos metálicos e tipo de terreno e umidade do local, devem ser medidos por um aparelho “termómetro” e estarem de acordo com as especificações de protecção dos equipamentos presentes no sistema. O condutor de terra deve estar separado dos demais condutores, de forma a evitar descargas de indução. E seu caminho de conexão à haste deve possuir o menor caminho possível, sempre se possível em linha recta e vertical. Devem-se evitar ligações que provoquem correntes de retorno (loops).

## 4.5 Discussão de Resultado e Validação de Hipótese

### 4.5.1 Discussão e Resultado de Estudo

Tabela 10: Mapa de estimativa de custos Operacionais e de montagens de grupo gerador

Descrição	Un	Qty	Custo Unitário (Mt)	Custo Total (Mt)
Custo de Implantação do Grupo Gerador	Un	1	14.538.239,80	14.538.239,80
Custo de Implantação do Sistema Fotovoltaico	Un	1	15.364.846,50	15.364.846,50

Fonte: Autor (Fevereiro 2021)

Olhando os valores obtidos na tabela acima e fazendo uma análise, apesar do custo de implantação e operação do Grupo Gerador ser ligeiramente baixo em relação ao custo do Sistema Fotovoltaico, a energia fotovoltaica, tecnologia que utiliza a luz do Sol como fonte de energia para gerar electricidade, apesar da desvantagem de seu alto custo inicial, depois de instalado o SFV trás grandes vantagens: é um processo sustentável porque a energia solar é uma energia gratuita, a produção de energia fotovoltaica fica por conta do seu processo natural de geração, o qual necessita apenas da radiação solar para existir; por serem compostos por apenas dois principais elementos, os painéis solares e inversores, os sistemas de energia solar apresentam baixas necessidades em relação à manutenção, isto é, não requer grande investimento na manutenção, não são necessários técnicos altamente qualificados em electricidade na sua manutenção, basta uma capacitação básica, pois ela consiste maioritariamente em limpeza periódica e fiscalização dos painéis solares, e isso constitui um grande ganho, pois é possível estender sua vida útil com poucos hábitos. A energia solar é uma grande aliada na redução da poluição e das taxas de carbono, porque a energia primária é limpa e renovável, enquanto que o grupo gerador, embora um pouco mais acessível a instalação do seu sistema, trata-se de um recurso atrasado que apresenta uma série de factores negativos, tanto para o bolso quanto para a saúde das pessoas, estes apresentam um elevado custo de operação, produzem altos ruídos, podendo prejudicar a audição, Emitem uma quantidade perigosa de gases nocivos à saúde, o gerador apresenta um custo de manutenção constante aliado a custos de revisões frequentes, o que pesa no bolso a longo prazo; tem dependência total de combustível fóssil (Diesel) para a

produção de energia, deixando a instituição (Hospital) vulnerável e prejudicada pelo aumento no preço dos combustíveis; E requer alguns cuidados adicionais, para prevenir situações como incêndios e vazamentos de combustível.

#### **4.5.2 Validação de Hipótese**

Depois de apresentar e analisar os dados recolhidos através de questionário e o estudo de viabilidade técnica apresentado nesta monografia é considerado válido para este trabalho a Hipótese 1, consta que, “a implementação da Redundância irá melhorar o sistema de alimentação auxiliar de energia eléctrica do Hospital distrital de Nacala” pelo facto de um SFV ser uma fonte de energia limpa, renovável, irá reduzir bastante o tempo de funcionamento do grupo gerador (backup) devido as indisponibilidades da rede nacional conforme pode se observar na tabela 17, apêndice 2, e conseqüentemente reduzir significativamente os custos de operação (Gasóleo), manutenção, reduzir a poluição sonora aos pacientes e emissão de gases ao ambiente.

## CAPÍTULO V- CONCLUSÃO

Foi apresentado o trabalho subordinado ao tema “*Implementação de redundância no sistema auxiliar de alimentação de energia eléctrica do Hospital distrital de Nacala – Porto (2018-2019)*” que visa o dimensionamento do Sistema de geração de energia eléctrica fotovoltaica. Actualmente, a energia solar fotovoltaica é uma das fontes com maior disponibilidade entre as fontes de energia utilizadas, é usada como fonte alternativa para suprir o custo de combustíveis fósseis, poluição ambiental, custos de operação e de manutenção com a utilização dos sistemas de geração de energia a Diesel. A materialização deste trabalho baseou-se no objectivo de garantir a energia permanente, estável e a baixo custo aos serviços essenciais (Hospitais), em particular ao Hospital distrital de Nacala-Porto.

A aplicação de fontes renováveis de energia necessita de grande investimento inicial, porém mostra-se efectiva a longo prazo, compensa o gasto com geração de energia eléctrica a diesel ou até mesmo anulando os mesmos. Demonstrou-se que o projecto é tecnicamente viável quanto à sua implantação, é uma solução para a oferta de energia “limpa”, além de promover uma maior diversificação da matriz energética, postergando investimentos para o aumento da capacidade do sistema de distribuição e reforçando a posição do nosso País como um dos países mais “limpos” energeticamente do mundo.

Depois de processar os dados colhidos através de questionário e considerado válido para este trabalho e tendo sido validada a hipótese 1, conclui-se que com a Introdução do sistema de painel solar, vai melhorar o Sistema de alimentação do Hospital, havendo redundância e com custos baixos na sua exploração.

### Sugestão

Para o Hospital distrital de Nacala: Com o presente estudo intitulado “*Implementação de redundância no sistema auxiliar de alimentação de energia eléctrica do Hospital distrital de Nacala – Porto (2018-2019)*” o autor sugere que se desse seguimento com projecto e que se aderissem a instalação do sistema fotovoltaico de modo a garantir uma redução total de emissão de gases nocivos, emissão de ruídos, garantindo assim a preservação da saúde Humana; redução de custos inerentes a manutenção do sistema auxiliar actual, minimizará consideravelmente os custos adicionais de operação e funcionamento do gerador a diesel, isso permitirá que

futuramente haja maior investimento em outras necessidades essenciais com o valor gasto actualmente para operação do grupo Gerador-Diesel, garantirá uma vida longa aos equipamentos electro médicos dada a estabilidade que este recurso oferece, permitindo assim a continuidade de todos os serviços Hospitalares sem restrições aquando das ausências de tensão na linha de chegada da concessionária (rede principal).

Para a comunidade estudantil sugeria que aprofundasse mais no estudo desse tema e procurar perceber mais sobre este recurso inovador (Geração FV), eficiente e pouco explorado no nosso país, embora com condições climáticas altamente favoráveis e fazer-se uma comparação nos resultados aqui encontrados e disseminar para que futuramente aumente a procura por este recurso energético.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E BIBLIOGRAFIA

CEPEL-CRESESB), G. D.–G. (2004). Manual de Sistemas Fotovoltaicos ( Especial PRC-PRODEEM ed.). Rio de Janeiro.

DI SOUZA, R. (2004). Introdução a Sistemas de Energia Solar.

E.N., W. (2018). Estudo de Caso para a reforma de um Grupo Motor-Gerador GMX 84 KVA. Londrina.

FIEE, B. (1999). Transmission And Distribution Electrical Engineering (2 ed.).

GIL, A. (2002). Métodos e Técnicas de pesquisa social. São Paulo. A. S.S.

GIL, A. (2008). Métodos e Técnicas de pesquisa social (6 ed.). São Paulo. A. S.S.

ISONI, M. E. (2018). Serviços auxiliares para subestações.

LAKATOS, E. M., & MARCONI, M. d. (1992). Fundamentos de metodologia científica. São Paulo. Atlas.

LAKATOS, E. M., & MARCONI, M. d. (2003). Fundamentos de metodologia científica (2 ed., Vol. 5). São Paulo. Atlas.

LAKATOS, E., & MARCONI, M. (2007). Fundamentos de metodologia científica (Vol. 6). Sao Paulo. Atlas.

LAKATOS, E. M., & MARCONI, M. d. (2003). Fundamentos de metodologia científica (5 ed.). São Paulo. Atlas.

PINHO, J. T., & GALDINO, M. A. ( 2014). Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltáicos. Rio de Janeiro.

PRODANOV, C. C. (2013). Metodologia do trabalho científico, Métodos e Técnicas de pesquisa e do trabalho Acadêmico (2 ed.). Rio Grande Sul.

SEVERINO, A. (2007). Metodo do trabalho Cientifico (23 ed.). Sao Paulo: Cortez.

## BIBLIOGRAFIAS

CATERPILAR.PRIME (2009).

LOURENÇO, P.; OLIVEIRA, S. (2007). Energias Renováveis e Produção Descentralizada – Introdução à Energia Fotovoltaica, Instituto Superior Técnico, DEEC – Secção de Energia, 2ª Edição.

UNITOLEDO, Araçatuba, (2017). Revista Engenharia em Acção, (v. 02, n. 01, p. 119-135). j. Sao Paulo.

RIBEIRO, C.M. *et al* (2004). Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, Rio de Janeiro: S.A.

<https://www.accuweather.com/pt/mz/nampula/244448/december-weather/244448?year=2019&view=list> (07:32).

<https://www.rebacas.com/paneles-solares-24-voltios/1155-panel-solar-500w-bluesun.html> (08:41,04/02/2020).

<http://xscx.xyz/results.php?wd=Cabo%20Solar%20DC%20pdf> (07:30,03.02.2020).

<http://xscx.xyz/results.php?wd=Cabo%20Solar%20DC%20pdf> (07:30,03.02.2020).

## **APÊNDICES E ANEXOS**

### **Apêndice 1: Apresentação de inquéritos**

Entrevista dirigida aos funcionários do Hospital distrital de Nacala, de concreto, técnicos de saúde, electricistas e técnicos de RH, e tem como objectivos: Recolher informação para o trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica, na Universidade Politécnica de Nacala.

### **Entrevista Semiestruturada**

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração da minha monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

### **Guião da entrevista**

1. Já ouviu falar de Redundância?
2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços Auxiliares?
3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN?
4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional?
5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares?
6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação?
7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN?
8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

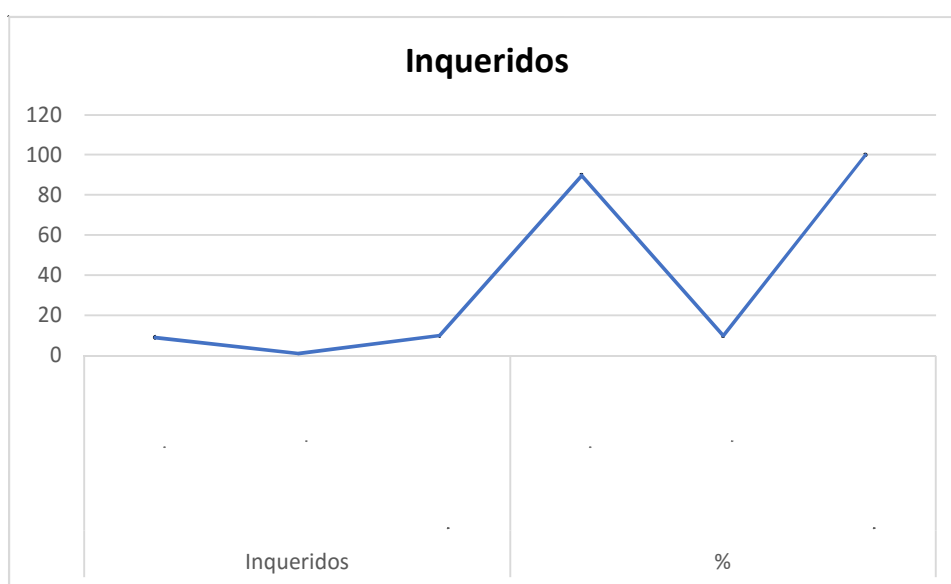
Para o presente estudo foram inqueridas 10 pessoas sendo colaboradores do Hospital distrital de Nacala e que corresponde a amostra desta monografia. Dos quais 9 são homens e 1 mulher, o que representa em 90% e 10% respectivamente. Como mostra a tabela e o gráfico abaixo.

Tabela 11: Apresentação dos Inqueridos

Inqueridos			%		
Homem	Mulher	Homem/Mulher	Homem	Mulher	Homem/Mulher
9	1	10	90%	10%	100%

Fonte: Autor, (Fevereiro 2021)

Gráfico 1: Inquéritos



Fonte: Autor, (Fevereiro 2021)

### **Perceber a opinião sobre a Adesão ao Sistema de Redundância (Painel Solar) dos Serviços Auxiliares no Hospital distrital de Nacala.**

1. Esse ponto corresponde ao primeiro objectivo específico formulado para esta monografia e para entender melhor foram formuladas as seguintes perguntas: Já ouviu falar de Redundância?

Essa pergunta corresponde ao número 1 do questionário. 70% dos inqueridos responderam favoravelmente sim e 30% Não a pergunta formulada. Vide a tabela abaixo.

Tabela 12: Redundância de SA

Pergunta	Resposta		%	
	Sim	Não	Sim	Não
Já ouviu falar de Redundância?	7	3	70	30
Total	7	3	70	30

Fonte: Autor, (Fevereiro 2021)

E ainda no que diz respeito a descrição do sistema de redundância dos serviços auxiliares no HDN foi colocada a seguinte questão: Quais são os benefícios no uso de Redundância de Serviços Auxiliares? Essa pergunta corresponde ao número 2 do questionário. As respostas foram variadas: 30% dos inqueridos apontaram a produção de energia limpa como um dos benéficos do uso de redundância de serviços auxiliares; 40% indicaram a redução de consumo de combustível como benefício; 10% apontou ter energia nos serviços auxiliares sem interrupção e por último 20% falaram da segurança a saúde dos colaboradores e dos utentes como benefícios de uso de redundância dos serviços auxiliares. Vide a tabela abaixo.

Tabela 13: Benefícios de uso de Redundância de SA

Pergunta	Respostas					%				
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total
Quais são os benefícios no uso de Redundância de Serviços Auxiliares?	3	4	1	2	10	30	40	10	20	100

Fonte: Autor, (Fevereiro 2021)

Legenda:

- 1– Produção de energia limpa;
- 2– Redução de consumo de combustível;
- 3– Ter energia nas instalações sem interrupção;
- 4- Segurança à saúde do colaborador.

Ainda sobre a percepção do objectivo específico número 1. Foi feita a seguinte pergunta: Como funciona a Redundância dos Serviços Auxiliar? Essa pergunta corresponde ao número 5 do questionário formulado para esta monografia. 70% Dos inqueridos indicaram acrescentar mais uma fonte de geração de energia como funcionalidade de redundância e 30% sem opinião. Essa resposta mostra que 70% dos inqueridos foram unânimes. Vide a tabela

Tabela 14:Funcionalidade da Redundância dos Serviços Auxiliares

Pergunta	Resposta	Resposta	TOTAL
	Acrescentar mais uma fonte de geração de energia	Sem ideia	
Como funciona a Redundância de alimentação dos Serviços Auxiliares?	7	3	10
Total %	70	30	100

Fonte: Autor, (Fevereiro 2021)

E por último para perceber a opinião dos colaboradores sobre a adesão de um sistema redundante foi feita a seguinte pergunta: Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN?

Essa pergunta corresponde ao número 7 do questionário formulado para este trabalho e 80% dos inqueridos responderam que Sim sobre a necessidade de adesão a redundância dos Serviços Auxiliares no HDN. Vide a tabela.

Tabela 15: Parecer sobre a implementação de redundância no HDN

Pergunta	Resposta		%	
	Sim	Não	Sim	Não
Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN?	8	2	80	20
Total	8	2	80	20

Fonte: Autor, (Fevereiro 2021)

## APÊNDICE 2: Indisponibilidade da rede eléctrica da EDM

Tabela 16: Mapa das interrupções na rede da EDM no período em estudo

Dia	EQ.	Hora de Corte	Hora da Ligação	Duração
07.01.2018	B05	05:00	16:00	11:00
11.01.2018	B07	16:20	17:00	00:40
14.01.2018	B01	05:00	14:00	09:00
19.01.2018	C33	20:40	20:50	00:10
28.01.2018	B08	05:00	17:00	12:00
11.02.2018	C32	05:00	10:00	05:00
15.02.2018	EL03	12:10	12:30	00:20
21.02.2018	EL03	05:21	05:29	00:08
25.02.2018	EL03	10:30	13:00	02:30
27.02.2018	EL03	06:20	08:14	01:54
29.02.2018	EL03	15:00	18:10	03:10
01.03.2018	EL03	07:10	08:10	01:00
04.03.2018	EL03	03:50	03:55	00:05
07.03.2018	EL03	23:20	23:29	00:09
09/03/2018	C33	20:50	20:58	00:08`
13.03.2018	EL03	15:40	15:55	00:15
15.03.2018	B08	20:49	21:02	00:13
19.03.2018	B08	16:43	17:10	00:27
20.03.2018	B08	11:53	11:57	00:04
21.03.2018	B08	08:14	08:41	00:27
24.03.2018	C33	10:47	10:50	00:03
25.03.2018	B08	11:36	11:52	00:16
17.04.2018	BO8	17:47	22:48	05:01
11.05.2018	BO8	15:49	16:01	00:12
12.05.2018	BO8	12:42	12:47	00:05

13.05.2018	BO8	04:00	17:04	13:04
16.05.2018	BO8	08:59	09:06	00:07
20.05.2018	BO8	12:44	12:45	00:01
10.06.2018	BO8	06:00	06:05	00:05
17.06.2018	BO8	05:00	17:34	12:34
27.06.2018	C32	16:19	16:43	00:24
29.06.2018	BO8	10:00	10:06	00:06
01.07.2018	BO7	05:58	06:09	00:11
06.07.2018	BO8	06/07/2018	07/07/2018	00:48
09.07.2018	BO8	20:08	21:14	01:06
23.07.2018	BO8	03:08	03:26	00:18
31.08.2018	BO8	21:58	22:12	00:14
15.09.2018	BO8	04:07	13:49	09:42
05.09.2018	BO8	16:11	16:29	00:18
15.09.2018	BO8	04:07	13:49	09:42
22.09.2018	BO8	03:23	03:44	00:21
24.09.2018	BO8	03:02	13:00	09:58
27.09.2018	BO8	13:20	13:29	00:09
12.10.2018	BO8	00:52	01:44	00:58
19.10.2018	BO8	16:54	17:00	00:06
21.10.2018	BO8	06:00	16:20	10:20
25.10.2018	BO8	13:07	13:12	00:05
26.10.2018	BO8	13:16	13:17	00:01
03.11.2018	BO7	15:10	15:10	00:00
10.11.2018	BO8	06:35	06:47	00:12
10.11.2018	BO8	06:35	06:47	00:12
11.11.2018	BO7	06:00	16:34	10:34
15.11.2018	BO8	13:36	13:42	00:06
20.11.2018	BO8	08:04	08:10	00:06
24.11.2018	BO8	03:34	03:39	00:05

27.11.2018	BO8	04:12	06:03	01:51
12.12.2018	BO8	05:35	16:40	11:05
12.12.2018	EL03	10:20	11:00	00:40
13.12.2018	EL03	06:30	07:40	01:10
13.12.2018	EL03	05:20	05:30	00:10
14.12.2018	EL03	12:14	12:44	00:30
16.12.2018	EL03	16.12.18	17.12.18	12:32
19.12.2018	EL03	05:20	05:30	00:10
22.12.2018	EL03	18:20	23:25	05:05
28.12.2018	EL03	04:40	04:50	00:10
28.12.2018	EL03	09:10	10:30	01:20
			Total (t)	150h 41min

Fonte: EDM-Subestação de Nacala (Janeiro 2021)

#### LEGENDA:

B01- Linha de transporte de energia a 220kV de Songo – Matambo;

B05- Linha de transporte de energia a 220kV de Chimuara – Mocuba;

B07- Linha de transporte de energia a 220kV de Mocuba – Molócue;

B08- Linha de transporte de energia a 220kV de Molócue– Nampula;

C32- Linha de transporte de energia a 1100kV de Nampula– Monapo;

C32- Linha de transporte de energia a 1100kV de Nampula– Monapo;

C33- Linha de transporte de energia a 1100kV de Monapo– Nampula;

EL03- Linha de distribuição de energia a 33kV (Linha que alimenta o Hospital Distrital de Nacala).

## ANEXOS

### ANEXO 1: Tabelas reguladoras

Tabela 17: Principais Características do Sol

<b>Principais Características do Sol</b>	
Massa	$1,989 \times 10^{30}$ kg
Raio	696.000 Km
Densidade Média	$1,409 \text{ Kg m}^{-3}$
Densidade Central	$1,6105 \text{ Kg m}^{-3}$
Distância	1 UA ou $1,499 \times 10^8$ Km
Potencia Luminosa	$3,83 \times 10^{26}$
Temperatura Efectiva	5.785 K
Temperatura Central	$1.5 \times 10^7$
Composição Química	Hidrogénio = 91,2 % Hélio = 8,7 % Oxigénio = 0,078 % Carbono = 0,043 %
Período rotacional no Equador	25 Dias
Período rotacional na Latitude	29 Dias

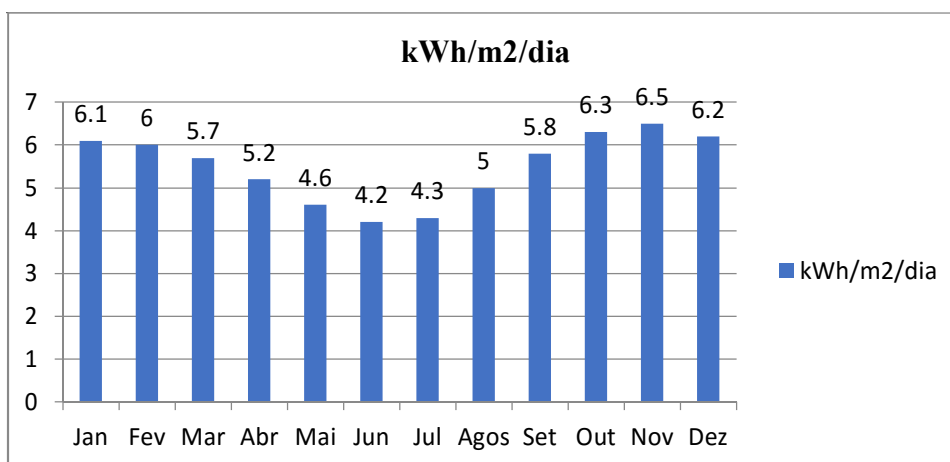
Fonte: OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, (2004)

Tabela 18: Irradiação total inclinada (HTOT) nas capitais provinciais de Moçambique

Cidades	Localização		Irradiação Total Inclinada (kWh/m <sup>2</sup> /dia)												
	Lat.	Long.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Mé d
Maputo	25°58′	32°36′	7.7	7.3	6.4	5.3	4.4	3.9	4.1	4.9	5.8	6.7	7.1	7.7	5.9
Quelimane	24°44′	33°32′	7.6	7.3	6.5	5.5	4.6	4.0	4.3	5.1	6.0	6.7	7.2	7.6	6.0
Chokwe	24°33′	33°00′	7.5	7.1	6.4	5.5	4.6	4.2	4.3	5.1	5.9	6.6	7.1	7.6	5.9
Inhambane	23°52′	35°23′	6.6	6.6	5.7	4.8	4.0	3.6	3.8	4.4	5.2	6.0	6.4	6.7	5.3
Beira	19°48′	34°54′	6.5	6.5	5.7	5.1	4.4	3.9	4.1	4.7	5.5	6.1	6.4	6.5	5.4
Chimoio	19°07′	32°28′	5.9	5.9	5.4	5.2	4.7	4.2	4.0	4.9	5.4	5.8	5.8	5.3	5.2
Tete	16°11′	33°35′	7.0	7.0	6.8	6.2	5.5	5.0	5.2	6.0	6.7	7.3	7.7	7.2	6.4
Nampula (Nacala)	15°06′	39°17′	6.1	6.0	5.7	5.2	4.6	4.2	4.3	5.0	5.8	6.3	6.5	6.2	5.4
Pemba	12°59′	40°32′	6.1	5.9	5.8	5.4	5.0	4.6	5.3	5.3	5.9	6.5	6.7	6.4	5.7
Lichinga	13°18′	35°14′	4.1	4.6	4.2	4.5	5.8	4.6	5.4	5.4	6.2	6.2	6.0	4.7	5.1

Fonte: FUNAE apud Instituto Nacional de Meteorologia (INAM, 2018)

Gráfico 2: Irradiação Solar



Fonte: FUNAE apud Instituto Nacional de Meteorologia (INAM, 2018)

## ANEXO 2: Catálogo dos painéis solares do fabricante Solar Home

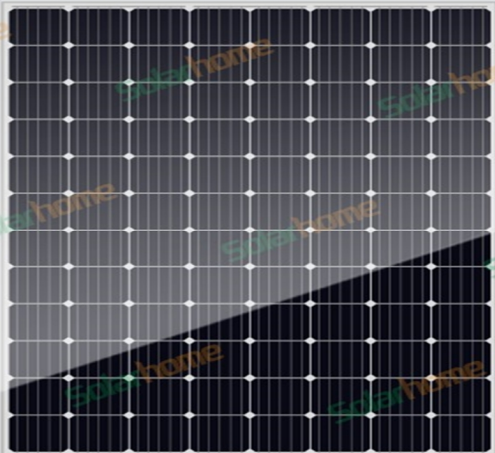
Figura 36: Painel Solar de 500Wp

**Solarhome**

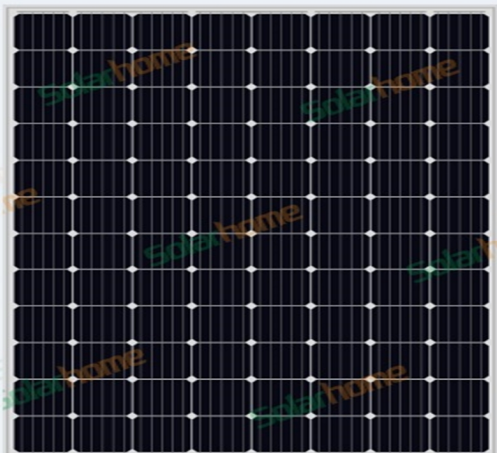
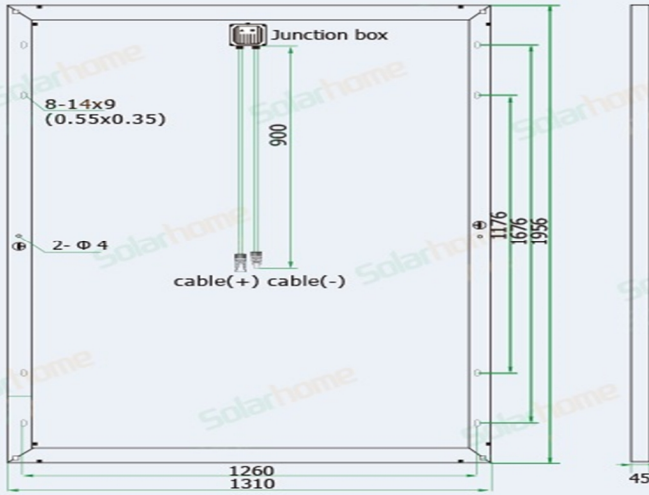
# BSM500M-96

Monocrystalline 96 cells 440w-500w

- 10 YEAR** PRODUCT WARRANTY
- 25 YEAR** PERFORMANCE WARRANTY(80%)
- +3%** POSITIVE TOLERANCE



Module	BSM450M-96	BSM460M-96	BSM470M-96	BSM480M-96	BSM490M-96	BSM500M-96
Peak Power Watts-P <sub>MAX</sub> (Wp)*	450	460	470	480	490	500
Power Output Tolerance-P <sub>MAX</sub> (W)			0 ~ +5			
Maximum Power Voltage-V <sub>MPP</sub> (V)	47.87	48.01	48.25	48.35	48.45	48.63
Maximum Power Current-I <sub>MPP</sub> (A)	9.40	9.59	9.74	9.93	10.12	10.28
Open Circuit Voltage-V <sub>OC</sub> (V)	58.57	58.75	58.82	58.89	58.95	59.01
Short Circuit Current-I <sub>SC</sub> (A)	9.73	9.78	9.90	10.04	10.67	10.87
Module Efficiency η <sub>m</sub> (%)	17.56	17.95	18.34	18.73	19.12	19.51
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub> (αI <sub>sc</sub> )			+0.058%/°C			
Temperature Coefficient of Voc (βVoc)			-0.330%/°C			
Temperature Coefficient of P <sub>max</sub> (γP <sub>mp</sub> )			-0.410%/°C			
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5					

Fonte: <https://www.rebacas.com/paneles-solares-24-voltios/1155-panel-solar-500w-bluesun.html> (08:41,04/02/2020).

Tabela 19: Outras especificações técnicas dos Painéis solares

Model	YS400M-96	YS420M-96	YS440M-96	YS450M-96	YS460M-96	YS480M-96	YS500M-96
Rated Maximum Power at STC	400W	420W	440W	450W	460W	480W	500W
Maximum Power Voltage (Vmp)	47.22V	47.45V	47.71V	47.87V	48.01V	48.35V	48.60V
Maximum Power Current (Imp)	8.47A	8.85A	9.22A	9.40A	9.59A	9.93A	10.29A
Open Circuit Voltage (Voc)	58.05V	58.28V	58.42V	58.57V	58.75V	58.90V	59.12V
Short Circuit Current (Isc)	9.18A	9.40A	9.66A	9.73A	9.78A	10.04A	10.44A
Module Efficiency	15.61%	16.39%	17.17%	17.56%	17.95%	18.73%	19.46%
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%
STC: Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , Module Temperature 25°C, Air Mass 1.5							
Mechanical Parameters							
Cell Type	Mono-crystalline 156x156mm (6inch)						
No. of Cells	96 (8x12)						
Dimension	1956x1310x45mm						
Glass	3.2mm, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass						
Junction Box	IP65&IP67 Rated						
Output Cable	Section Size: 4mm <sup>2</sup> , Length: 900mm						
Frame	Anodized Aluminum Alloy						
No. of Bypass Diodes	6						
Connector	MC4 Compatible						
Working Conditions							
Maximum System Voltage	DC 1000V(IEC) / 1500V(IEC) / 1000V(UL)						
Operating Temperature	-40°C~+85°C						
Maximum Series Fuse	15A						
NOCT	45±2°C						
Application Class	Class A						
Temperature Coefficient							
Temperature Coefficient of Pmax	-0.40%/°C						
Temperature Coefficient of Voc	-0.30%/°C						
Temperature Coefficient of Isc	+0.05%/°C						

Fonte: <https://yangtze-solar.en.made-in-china.com/product/NCvnOUREbxVc/China-Free-Shipping-Highest-Efficiency-Super-Power-Monocrystalline-Solar-Panel-500W.html>

**ANEXO 3: Preços de combustível**

Tabela 20: Preços de Combustível a partir de 18 de Setembro de 2020

Província	Distrito/Cidade	Gasolina	Gasóleo
Maputo	Maputo Cidade	66.49	63.51
Gaza	Xai-Xai (Cidade)	68.26	65.28
Inhambane	Inhambane (Cidade)	70.15	67.17
	Maxixe	70.15	67.17
Sofala	Beira (Cidade)	66.49	63.51
Manica	Chimoio (Cidade)	68.26	65.28
Tete	Tete (cidade)	71.88	68.90
Zambézia	Quelimane (Cidade)	70.94	67.96
Nampula	Nampula (Cidade)	68.26	66.28
<b>Nampula</b>	<b>Nacala (Cidade)</b>	<b>67.49</b>	<b>65.28</b>
Cabo- Delgado	Pemba (Cidade)	66.49	63.51
	Mocimboa da Praia Cidade	68.69	65.71
Niassa	Lichinga (Cidade)	73.51	70.53
	Cuamba (Cidade)	70.49	67.51

Fonte: Notícias, Dezembro 2020, Boletim Informativo

## ANEXO 4: Catálogo do inversor controlador Sunny boy do fabricante SMA

### SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 including SMA SMART CONNECTED



**What's new:**  
The complete solution for  
100% ease and comfort

#### SMA Smart Connected

- Investment security included
- Automatic monitoring by SMA
- Proactive information and automatic service

#### Easy to Use

- Safe plug and play installation
- Commissioning via smartphone or tablet
- WLAN and intuitive webserver

#### Everything at a Glance

- Free online monitoring
- PV system data viewable via smartphone

#### Future-Proof

- SMA storage solutions, intelligent energy management and Smart-module technology can be added at any time
- Dynamic feed-in control

### SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0

More than just an inverter. Smaller, simpler and more convenient with SMA Smart Connected

The new Sunny Boy 3.0 – 5.0 succeeds the globally successful Sunny Boy 3000 – 5000TL. It is more than just a PV inverter: with the integrated SMA Smart Connected service, it offers all-round comfort for PV system operators and installers alike. The automatic inverter monitoring by SMA analyzes operation, reports irregularities and thus minimizes downtime.

The Sunny Boy is ideally suited to solar power generation in private homes. Thanks to its extremely light design and location of the external connections, the device can be quickly installed and easily commissioned thanks to the intuitive webserver.

Current communication standards mean that intelligent energy management solutions as well as SMA storage solutions can be flexibly added to the inverter at any time.

## SMA SMART CONNECTED

### The integrated service for ease and comfort

SMA Smart Connected\* is the free monitoring of the inverter via the SMA Sunny Portal. If there is an inverter fault, SMA proactively informs the PV system operator and the installer. This saves valuable working time and costs.

With SMA Smart Connected, the installer benefits from rapid diagnoses by SMA. They can thus quickly rectify the fault and score points with the customer thanks to the attraction of additional services.



#### ACTIVATION OF SMA SMART CONNECTED

During registration of the system in the Sunny Portal, the installer activates SMA Smart Connected and benefits from the automatic inverter monitoring by SMA.



#### AUTOMATIC INVERTER MONITORING

SMA takes on the job of inverter monitoring with SMA Smart Connected. SMA automatically checks the individual inverters for anomalies around the clock during operation. Every customer thus benefits from SMA's long years of experience.



#### PROACTIVE COMMUNICATION IN THE EVENT OF FAULTS

After a fault has been diagnosed and analyzed, SMA informs the installer and end customer immediately by e-mail. Everyone is thus optimally prepared for the troubleshooting. This minimizes the downtime and saves time and money. The regular power reports also provide valuable information about the overall system.



#### REPLACEMENT SERVICE

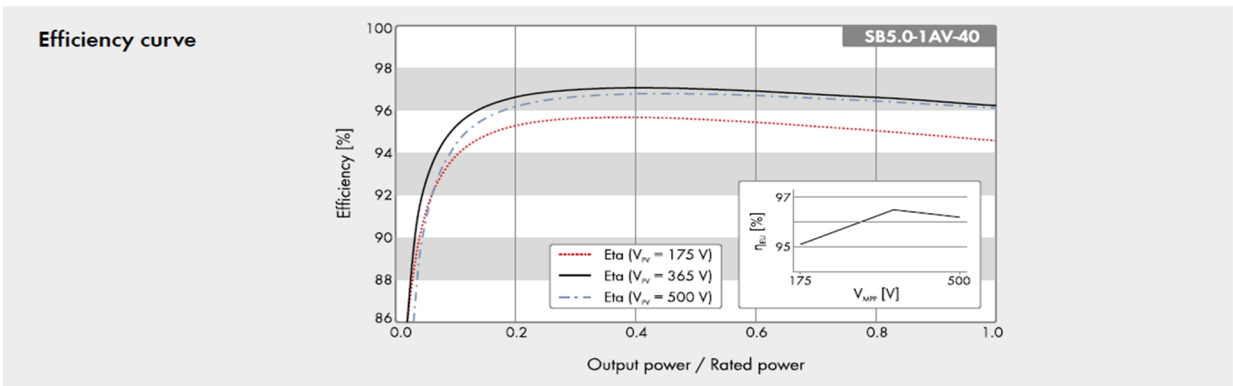
If a replacement device is necessary, SMA automatically supplies a new inverter within one to three days of the fault diagnosis. The installer can contact the PV system operator of their own accord and replace the inverter.



#### PERFORMANCE SERVICE

The PV system operator can claim compensation from SMA if the replacement inverter cannot be delivered within three days.

\* Details: see document "Description of Services – SMA SMART CONNECTED"

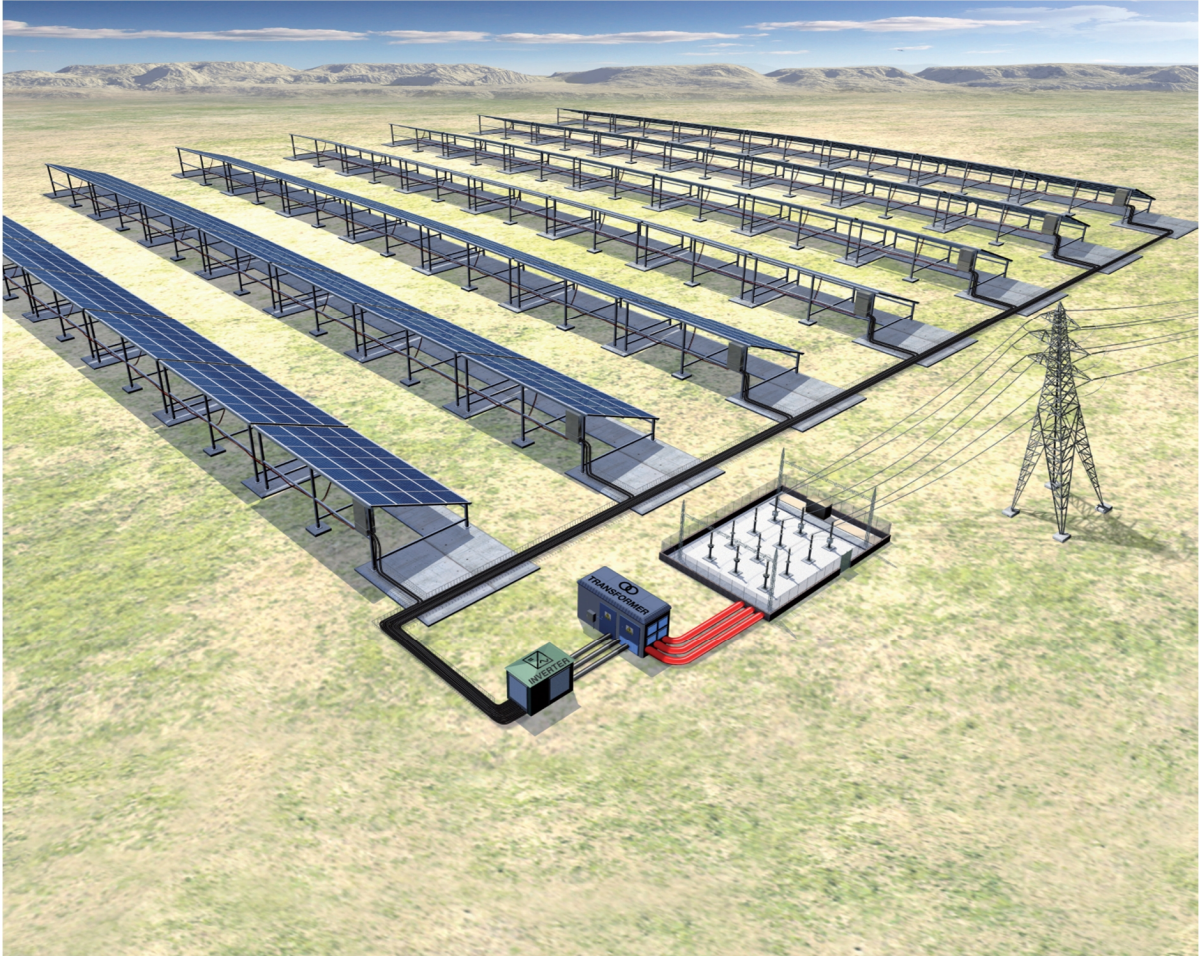


Technical data	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0
<b>Input (DC)</b>				
Max. generator power	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp
Max. input voltage	600 V			
MPP voltage range	110 V to 500 V	130 V to 500 V	140 V to 500 V	175 V to 500 V
Rated input voltage	365 V			
Min. input voltage / initial input voltage	100 V / 125 V			
Max. input current input A / input B	15 A / 15 A			
Max. input current per string input A / input B	15 A / 15 A			
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A:2; B:2			
<b>Output (AC)</b>				
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W <sup>1)</sup>
Max. apparent power AC	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA <sup>2)</sup>
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V to 280 V			
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz to +5 Hz			
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V			
Max. output current	16 A	16 A	22 A <sup>2)</sup>	22 A <sup>2)</sup>
Power factor at rated power	1			
Adjustable displacement power factor	0.8 overexcited to 0.8 underexcited			
Feed-in phases / connection phases	1 / 1			
<b>Efficiency</b>				
Max. efficiency / European Efficiency	97.0% / 96.4%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%
<b>Protective devices</b>				
Input-side disconnection point	●			
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●			
DC reverse polarity protection / AC short circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -			
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●			
Protection class (as per IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III			
<b>General data</b>				
Dimensions (W / H / D)	435 mm / 470 mm / 176 mm (17.1 inches / 18.5 inches / 6.9 inches)			
Weight	16 kg (35.3 lb)			
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)			
Noise emission, typical	25 dB(A)			
Self-consumption (at night)	1.0 W			
Topology	Transformerless			
Cooling method	Convection			
Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65			
Climatic category (as per IEC 60721-3-4)	4K4H			
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%			
<b>Equipment</b>				
DC connection / AC connection	SUNCLIX / AC connector			
Display via smartphone, tablet, laptop	●			
Interfaces: WLAN, Speedwire / Webconnect	● / ●			
Warranty: 5 / 10 / 15 years	● / ○ / ○			
Certificates and approvals (more available upon request)	AS 4777, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3, G83/2, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, RD1699, SI 4777, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014 IEC 61727, NRS 097-2-1			
Certificates and approvals (planned)	IEC 61727, NRS 097-2-1			
Country availability of SMA Smart Connected	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK			
● Standard features ○ Optional features - Not available				
Data at nominal conditions Status: May 2017				
1) 4600 W / 4600 VA according to VDE-AR-N 4105				
2) AS 4777: 21.7 A				
Type designation	SB3.0-1AV-40	SB3.6-1AV-40	SB4.0-1AV-40	SB5.0-1AV-40



**ANEXO 5: Ilustração de um parque de produção de energia solar**

Imagem 1: Parque de Paine Solar



Fonte: <http://xscx.xyz/results.php?wd=Cabo%20Solar%20DC%20pdf> (07:30,03.02.2021)

## ANEXO 6: Espaço para instalação dos painéis solares

Figure 37: Espaço para instalação dos painéis solares



Fonte: Autor (Fevereiro, 2021)

Figure 38: Local para instalação dos painéis solares



Fonte: <<https://www.google.com/maps/place/Hospital+Distrital+de+Nacala>, (Fevereiro, 2021).



## Universidade Politécnica A POLITÉCNICA

### INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO E UNIVERSITÁRIO DE NACALA - ISPUNA

CETA de Nacala-Porto

**Assunto: Pedido de Credencial Para Colheita de Dados**

Informamos que **Nivaldo Carlos Leuane Tiquiti** filho de Carlos Leuane Tiquiti e de Gracinda Rodrigues é estudante desta Universidade onde frequenta o 4º Ano do curso da Engenharia Eléctrica.

Com o propósito de realizar um estágio de final de curso e de preferência na área da sua formação (Engenharia Eléctrica), vimos solicitar a V.Excia. que autorize a realização de estágio durante 3 (três) meses.

Com os melhores cumprimentos,

Nacala Porto, ao 28 Janeiro de 2020

Universidade Politécnica  
Directora do ISPUNA  
  
ISPUNA  
NACALA  
Lic. Arcénia Chale

ISPUNA – Bairro de Ontupaia – Nacala Porto - Nampula

HUMANISMO, RIGOR E PROFISSIONALISMO

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não

2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?

Produção de energia limpa e outras

3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não

4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? gasto de combustível

5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não

6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? \_\_\_\_\_

7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não

8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

Sim

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não

2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?

*produção de boa energia*

3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não

4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? *custo de diesel*

5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não

6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? *não tenho ideia*

7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não

8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

*Talvez*

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não

2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?

REDUÇÃO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não

4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? CONSUMO DE DIESEL

5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não

6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? —

7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não

8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

SIM

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não
2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?  
produtos de energia de qualidade
3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não
4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? Muito ruído
5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não
6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? 2 ou mais alimentações
7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não
8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?  
Sim

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não

2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?

redução de consumo de combustível

3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não

4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? consumo de combustível

5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não

6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? Ter duas Vias

7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não

8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

sim

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

**Guião da entrevista**

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não
2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?  
Reduzir gastos de Diesel
3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não
4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? Consome muito Diesel
5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim  Não
6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? —
7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não
8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

sim

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não

2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?

Reduz o gasto de combustível

3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não

4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? Gera ruído

5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não

6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? ✓

7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não

8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

Talves

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não
2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?  
REDUZIR INTERUPÇÃO DE ENERGIA
3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não
4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? FAZ BARRUATO
5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não
6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? \_\_\_\_\_
7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não
8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

SIM

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não
2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?  
Aumento de segurança.
3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não
4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? gasta diesel
5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não
6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? Não sei
7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não
8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?  
sim

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA (A POLITÉCNICA)

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE NACALA – ISPUNA

Curso de Engenharia Eléctrica

Sou Nivaldo Carlos Tiquite, estudante da Universidade Politécnica, estou fazendo uma entrevista para efeitos de elaboração de monografia, os dados aqui colhidos não interferirão no seu processo de trabalho, pois não serão divulgados nomes ou cargos, apenas respostas explicativas para que se possa entender o objecto de estudo. O questionário será curto e breve, agradeço a sinceridade nas respostas.

Guião da entrevista

1. Já ouviu falar de Redundância? Sim  Não
2. Quais são os benefícios do uso de Redundância de Serviços auxiliares?  
aumento de segurança
3. Acha que com a implementação de Redundância de Serviços Auxiliares garante-se o fornecimento contínuo de energia e com qualidade no HDN? Sim  Não
4. Qual é a desvantagem do uso do grupo gerador diesel como fonte auxiliar para alimentar o HDN em momentos de falta da rede Nacional? Custo elevado
5. Tem alguma ideia sobre como funciona a Redundância dos Serviços auxiliares? Sim   
Não
6. O que é necessário para se ter redundância de fontes auxiliares para alimentar uma determinada instalação? \_\_\_\_\_
7. Acha que há necessidade de implementação de redundância no sistema de alimentação auxiliar do HDN? Sim  Não
8. Caso seja introduzido uma fonte auxiliar fotovoltaica (Painéis Solares) haverá diminuição de gastos de combustível no grupo gerador Diesel ou qualquer outro benefício?

sim