

Universidade Politécnica

A politécnica

Escola Superior de Estudos Universitários de Nampula

ESEUNA

**PROJECTO DE UM SEMÁFORO ALIMENTADO A PARTIR DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO**

Nampula

2019

Klizman Amine João Laqueliua

**PROJECTO DE UM SEMÁFORO ALIMENTADO A PARTIR DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO**

Trabalho de fim do Curso a ser apresentado à
Universidade Politécnica-Escola Superior de
Estudos Universitários de Nampula (ESEUNA),
como requisito parcial para a obtenção do Grau
académico de licenciatura em Engenharia Eléctrica.

Supervisor: Enoque Machava Andela

(Eng.º Electrotécnico)

Nampula

2019

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Klizman Amine João Laquelua, estudante finalista desta instituição de ensino, sob o registo académico n° 546494 no curso de Engenharia Eléctrica, declaro por minha honra que o presente trabalho é da minha inteira autoria, tendo o elaborado com recurso a pesquisas bibliográficas diversas, bem como conhecimentos técnicos adquiridos ao longo da minha formação. Declaro que este trabalho não foi apresentado em nenhuma instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Nampula, Outubro de 2019

Klizman Amine João Laquelua

DECLARAÇÃO DO SUPERVISOR

Eu, Enoque Machava Andela na qualidade de supervisor, declaro por minha honra ter orientado de forma sábia ao estudante de nome Klizman Amine João Laquelua, e que todos os manuais e bibliografias usadas estão devidamente mencionados no trabalho cujo Tema é: **PROJECTO DE UM SEMÁFORO ALIMENTADO A PARTIR DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO.**

Enoque Machava Andela

(Eng.º Electrotécnico)

Nampula, Outubro de 2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

Klizman Amine João Laquelua

PROJECTO DE UM SEMÁFORO ALIMENTADO A PARTIR DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

Monografia apresentada à Universidade Politécnica - ESEUNA, como requisito parcial para obtenção do grau académico de Licenciatura em Engenharia Eléctrica, tendo sido atribuída a nota final de (_____)_____Valores

Aprovado em _____de _____de 2019

Membros do júri

O presidente da mesa

O oponente

O supervisor

Dedicatória

Dedico este trabalho científico de final de curso especialmente aos meus pais Amine João Laquelua e Muaniamo Momade, que estiveram sempre do meu lado em todos momentos da minha vida.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus o misericordioso, por dar-me a vida, bênção e força todo santo dia, aos meus pais estes que têm me dado seu amor, atenção, apoio e carinho incondicional, aos meus irmãos Eunice e Abdul Carimo que preenchem a minha vida, aos meus amigos, em particular Age, Emerson, Mucussete, Sharifo Madal, José Braz, Luís, Gelito, Issufo, Hélio, Hermínio Assamo, minha parceira Lodovina e a família Laqueliua.

Agradeço ao instituto de bolsas de estudo (IBE) pela oportunidade de poder zelar e dar continuidade para com meus estudos. Não poderia esquecer a valiosa ajuda do Eng^o. Electrónico Enoque Andela que orientou e acompanhou no desenvolvimento deste trabalho, pela paciência, disposição e experiências que pode transmitir-me.

Também gostaria de agradecer a Universidade Politécnica Nampula, aos meus colegas por concederem a oportunidade de partilhar um pouco de tudo durante a minha jornada, aos membros do núcleo dos estudantes, aos trabalhadores do recinto, a todos docentes especialmente Dr.^a Ana Guina pela gestão e incentivo para com estudantes.

A todos muito obrigado!

Epigrafe

“O sorriso custa menos que a electricidade e dá muito mais luz”

Provérbio Escocês

Resumo

A presente monografia tem como tema “*Projecto de um Semáforo Alimentado a partir de um Sistema Fotovoltaico na cidade de Nampula*” pelo facto de enormes congestionamentos na estrada causados por motivo de longas horas de apagação na rodovia. Por falta de monitoramento do trânsito (rodovia) durante alguns períodos inesperados por parte dos agentes do Inatter (policia trânsito), estes causando inúmeros acidente e congestionamento devido de apagação na rodovia. Para o efeito, levantou-se a seguinte questão: Que estratégias técnicas devem ser usadas nas rodovias para minimizar as dificuldades enfrentadas pelos automobilistas e peões no que concerne o sistema de sinalização vulgo semáforos? Dai que o proponente idealizou este projecto de um semáforo fotovoltaico de modo a reduzir índice acidente e congestionamento na rodovia, e foi definida como Objectivo geral: propor a implementação do Semáforo alimentado por sistema fotovoltaico e com objectivos específicos: analisar o preço de cada material no mercado para sistema fotovoltaico, descrever a situação actual de sinalização rodovia na cidade de Nampula, levantamento das características dos semáforos convencionais, projectar um semáforo alimentado a partir de um sistema fotovoltaico. Quanto a metodologia de pesquisa, baseou-se no método indutivo, tipo de pesquisa quanto aos objectivos é exploratório e bibliográficas, quanto a natureza é aplicada, quanto a abordagem é qualitativo, na colecta de dados com as técnicas destacando-se questionário, entrevista e observação o participativa contando com uma amostra de munícipes da cidade de Nampula. Com tudo o projecto também visa responder a demanda de números de condutores na rodovia e assim como economizar uma parte de energia proveniente da concessionária EDM para uso do mesmo em outros locais com insuficiência de energia.

Palavras -chave: Circulação de automóveis, Controlo de tráfego, Energia solar, Rodovia, Semáforos.

Abstract

This monograph has the theme "Project of a Semaphore Fueled from a Photovoltaic System in the Nampula city" due to the huge traffic congestion caused by long hours of blackout or maintenance by the EDM concessionaire. For lack of traffic monitoring (highway), during some unexpected periods by the agents of the Inatter (traffic police), these causing numerous accidents and congestion due to blackout on the highway. To that end, the following question was raised: What technical strategies should be used on the highways to minimize the difficulties faced by motorists and pedestrians with regard to the signaling system? It is clear that the proponent has devised this project for a photovoltaic traffic light in order to reduce accident and congestion on the highway, and was defined as a general objective: to design a traffic light powered from a photovoltaic system. It also has specific objectives: to describe the current scenario of normal traffic light signaling in the Nampula city, to study the feasibility of designing a semaphore powered by a photovoltaic system, to size the semaphore powered by a photovoltaic system and to propose the installation of traffic lights powered by a photovoltaic system. As for the research methodology, it was based on the inductive method, type of research regarding the objectives is exploratory and bibliographical, as the nature is applied, as the approach is qualitative, in the collection of data with the techniques emphasizing questionnaire, interview and with a sample of 40 residents. The whole project also aims to respond to the demand for driver numbers on the highway and to save a portion of energy from the EDM utility for use in other locations with insufficient energy.

Keywords: Car traffic, Traffic control, Solar energy, Highway, Traffic lights.

Índice

Dedicatória.....	IV
Agradecimentos	V
Epigrafe.....	VI
Resumo	VII
Abstract.....	VIII
Índice.....	IX
Lista de Figuras.....	XIII
Lista de Tabelas.....	XIV
Lista de Apêndices.....	XV
Lista de Anexo.....	XVI
Lista de siglas e Abreviaturas.....	XVII
Introdução	1
Problematização	4
Justificativa	5
Objectivos	6
Objectivo geral:.....	6
Objectivos específicos:	6
Caracterização do local de estudo.....	7
Delimitação do Tema.....	7
CAPITULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
1. Sistema Fotovoltaico (SF).....	9
1.2. Efeito fotovoltaico	9
1.3. Célula fotovoltaica.....	9
1.4. Componentes do SF.....	9
1.4.1. Inversores	9
1.4.2. Armário ou Banco de baterias	9

1.4.3. Controlador de carga	10
1.4.4. Regulador de Tensão	10
1.5. Semáforo.....	10
1.6. Configurações do SF.....	11
1.7. LED.....	11
1.8. Aterramento	12
1.9. Disjuntor	12
1.10. Arduino Uno	12
1.11 Interface de Potência.....	13
1.12. Fonte de alimentação	13
1.13. Sensor.....	14
1.14.2. Sistemas Híbridos	15
1.15. HISTÓRIAL E SITUAÇÃO ACTUAL DA ENERGIA SOLAR NO MUNDO	16
1.16. BREVE HISTORIAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM MOÇAMBIQUE.....	19
CAPITULO II: METODOLOGIA.....	20
2.1. Metodologia	20
2.2. Método indutivo.....	20
2.3. Tipos de Pesquisa.....	20
2.3.1. Pesquisa quanto à natureza	20
2.3.2. Pesquisa Quanto à abordagem	21
2.3.3. Pesquisa quantos aos seus objectivos	21
2.3.4. Pesquisa quanto ao objecto	22
2.3.5. Procedimentos Técnicos	22
2.4. Universo e Amostra	23
2.5. Técnicas de Colecta de Dados	23

2.6.Observação participativa.....	24
CAPITULO III: DESENHO DO PROJECTO	25
3.1. Etapas principais do dimensionamento do projecto.....	25
3.2. Panorama e Avaliação do recurso solar Nacional.....	25
3.3.Escolha da Configuração	28
4.4.Levantamento da demanda e do consumo de energia eléctrica dos semáforos	28
3.5.Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico	29
2.6. Cálculo de Necessidade de Geração de Energia de acordo com as horas de insolação....	29
2.7.Resultado do Dimensionamento	34
2.8.Cronograma das actividades desenvolvidas.....	35
2.9. Orçamento para Implantação do projecto	36
CAPITULO V: CONCLUSÕES, SUGESTÕES e LIMITAÇÕES	37
4.1.Conclusões	37
5.2. Sugestões.....	38
5.3. Limitações.....	38
Bibliografia.....	39
APÊNDICES.....	41
Apêndice 1: Tabela Dados da lâmpada LED	42
Apêndices 2: Tensões características de células e baterias de chumbo-ácido	42
Apêndices 3: Redução da vida útil de baterias Chumbo-ácido tipo VRLA em função da temperatura média anual de operação.....	43
Apêndices 4: Fabricante de módulo.....	43
Apêndices 5: Fabricante de controlador de carga	44
Apêndices 6: Fabricante de bateria	44
Apêndices 7: Fabricante de inversor.....	44
ANEXO.....	45

Anexo 1- Esquema de Funcionamento do projecto no sistema hibrido.....	46
Anexo 2– Circuito eléctrico da interface de potência.....	47
Anexo 3 - Circuito eléctrico da fonte de alimentação.....	47
Anexo 4 - Modelo de semáforo alimentado por sistema fotovoltaico	48
Anexo 5 - Tabela de corrente de serviço	49
Anexo 6 – Semáforo solar.....	50
Anexo 7: Micro-inversor solar.....	50
Anexo 8: Bateria gel-eco-solar 250Ah c100 solar	51
Anexo 9: Micro controlador Arduino Uno R3.....	51
Anexo 9: Caixa de comando de semáforo convencional	52
Anexo 10:Imagem de Cablagem.....	52
Anexo 11: Módulo fotovoltaico de 250W/24V	53
Anexo 12: Estrutura de do semáforo convencional num cruzamento	54
Anexo 13 - Substituição de led devido de vários cortes de energia.....	54

Lista de Figuras

Figura 1: Características do local do estudo.....	7
Figura 2: Descrição do local em estudo.....	7
Figure 3: Armario de bateria.....	8
Figure 4: Semáforo.....	11
Figure 5: Led.....	11
Figura 6: Disjuntor.....	12
Figura 7: Interface de potência.....	13
Figura 8: Fonte de alimentação.....	14
Figura 9: Mapas de recursos energéticos em Moçambique.....	22
Figura 10: Topografia do local do estudo.....	24

Lista de Tabelas

Tabela 1: Irradiação média anual das dez cidades do País	22
Tabela 2: Descrição do período de execução das actividades.....	32
Tabela 3: Resumo dos custos do projecto.....	33

Lista de Apêndices

Apêndice 1: Tabela Dados da lâmpada LED.....	42
Apêndices 2: Tensões características de células e baterias de chumbo-ácido.....	42
Apêndices 3: Redução da vida útil de baterias Chumbo-ácido tipo VRLA em função da temperatura média anual de operação.....	43
Apêndices 4: Fabricante de módulo.....	43
Apêndices 5: Fabricante de controlador de carga.....	44
Apêndices 6: Fabricante de bateria.....	44
Apêndices 7: Fabricante de inversor.....	44

Lista de Anexo

Anexo 1- Esquema de Funcionamento do Projecto	48
Anexo 2- Circuito eléctrico da interface de potência	49
Anexo3 - Circuito eléctrico da fonte de alimentação.....	49
Anexo 4 - Diagrama em Blocos da Programação	50
Anexo 5- Fluxograma	51
Anexo 6 - Modelo de semáforo alimentado por sistema fotovoltaico	52
Anexo7: Tabela Dados da lâmpada Led	53
Anexo 8 - Tabela de corrente de serviço	54
Anexo 9 – Orçamento de material do semáforo fotovoltaico	55
Anexo 10 – Semáforo solar.....	56
Anexo 11: Micro-inversor solar.....	56
Anexo 12: Bateria gel-eco-solar 250Ah c100 solar	56
Anexo 13: Micro controlador Arduino Uno R3.....	57
Anexo 14: Caixa de comando de semáforo normal	57
Anexo 15:Imagem de Cablagem.....	58
Anexo 16: Módulo fotovoltaico de 250W/24V	58
Anexo 17: Estrutura de montagem do semáforo normal	59
Anexo 18 - Substituição de led devido de vários cortes de energia.....	60

Lista de siglas e Abreviaturas

IBE – Instituto de Bolsas de Estudos

INATTER – Instituto Nacional de Transporte Terrestre

EDM – Electricidade de Moçambique

ESEUNA – Escola Superior de Estudos Universitários de Nampula

Eng. ° - Engenheiro

SF – Sistema Fotovoltaico

Fv – Fotovoltaico

SFIs – Sistema Fotovoltaico Isolados

CC – Corrente Contínua

CA – Corrente Alternada

INAM- Instituto Nacional de Meteorologia

KW-Kilowatt

W – Watt

Wp – Watt Pico

Kwh - Quilowatt-hora

m^2 -Metro quadrado

V – Volt

A – Ampere

HCB – hidroeléctrica de Cahora Bassa

INE – Instituto Nacional de Estatísticas

NREL – National Renewable Energy Laboratory

ONG – Organização não-governamental

WRDC – World Radiation Data Center

Introdução

A presente monografia tem como tema “*Projecto de um Semáforo Alimentado a partir de um Sistema Fotovoltaico na cidade de Nampula*”. De uma forma sintetizada, pretende-se abordar a cerca do tema como os demais semáforos vistos em avenidas, ruas, entre outros, com um diferencial, que está no modo como ele é alimentado. Este difere dos semáforos comuns no modo de alimentação para o seu funcionamento, este trabalha em conjunto com uma placa solar fotovoltaica, um banco de bateria, um regulador de tensão, um controlador de carga e com outros circuitos eléctricos específicos (sensor, Arduino, entre outros). Conforme o tema ilustra, a cada dia trabalhos que desenvolvem essa prática são mais bem vistos diante do governo e da população, garantindo maior aceitação do público para a utilização das novas formas de energia nas suas vidas.

A utilização da energia solar pode ser aplicada em diversas áreas, como no caso de aquecedores, alimentação de aparelhos electrodomésticos, entre outros, neste caso foi utilizada para alimentar um semáforo, com opção de chaveamento para a rede eléctrica, garantindo que o mesmo funcione correctamente mesmo sobre circunstâncias não favoráveis (baixo índice de radiação solar) ao uso da energia solar. Os semáforos normalmente estão conectados a rede pública na ausência da mesma energia eléctrica na rodovia acaba por afectar o sistema de sinalização actual (semáforo convencional), estas circunstâncias fazem com que haja procura de melhores soluções para reduzir o índice de acidentes, enormes filas de congestionamento na rodovia, e também danificando ou reduzindo a vida útil do sistema de sinalização actual deixando a rodovia sem nenhuma sinalização e perigosa, isto é, colocando em risco vidas humanas que tem sido uma preocupação para o município e pelos agentes autoridade (policia transito juntamente com Inatter). Motivado por esta causa, o que levou o pesquisador a efectuar um estudo e analisando sobre esses factores que fazem com dificultem a circulação de ambos. Através dos dados meteorológicos que apontam como sendo uma das províncias mais quentes a nível nacional tendo como este recurso inesgotável (sol) e limpa, optou-se usar sistema fotovoltaico, este tipo de fonte de energia capaz gerar energia proveniente do sol converter energia eléctrica concretamente por utilizar sistema híbrido capaz de gerar energia e conectar com a rede pública para alimentar o sistema de sinalização actual na via trânsito.

Este sistema sinalização convencional alimentado por sistema fotovoltaico será de grande importância, pois poderá permitir o funcionamento e mais circulação sem nenhuma interrupção mesmo nos dias de manutenção na rede pública na própria concessionária EDM, dias chuvosos (por algumas vezes a concessionária desconecta a linha por motivo segurança), haverá menos custos de manutenção também que envolvem alto custo de montagem e assim como na compra de material para semáforo convencional. Para direccionar o desenvolvimento deste projecto conta objectivo geral como propor a implementação do Semáforo alimentado por sistema fotovoltaico, e com os objectivos específicos que são analisar o preço de cada material no mercado para sistema fotovoltaico, descrever a situação actual de sinalização, levantamento das características dos semáforos convencionais e projectar um semáforo alimentado a partir de um sistema fotovoltaico. Quanto a metodologia de pesquisa, baseou-se no método indutivo, tipo de pesquisa quanto aos objectivos é exploratório e bibliográficas, quanto a natureza é aplicada, quanto a abordagem é qualitativo, na colecta de dados com as técnicas destacando-se questionário, entrevista e observação directa.

O trabalho está dividido em cinco (5) capítulos, cuja ordem de abordagem é a seguinte: a introdução, que descreve a problematização, justificativa, delimitação, objectivos, questões de pesquisa e sua respectiva caracterização do local de estudo.

- Primeiro capítulo, encontra-se fundamentação teórica, o qual corresponde o marco teórico e discutem-se as principais correntes teóricas de suporte da pesquisa em causa mostrando os pontos de vista de diversos autores e os enfoques recebidos pelo tema na literatura publicada falando-se assim sobre o semáforo fotovoltaico e alguns componentes.
- Segundo capítulo observa-se metodologia do trabalho, onde descreve o método, procedimentos e técnicas utilizadas para colecta de dados.
- Terceiro capítulo centra-se o projecto da pesquisa onde está apresentado o dimensionamento dos componentes do sistema fotovoltaico.

- Quarto capítulo encontra-se a conclusão e as sugestões onde dão como termino e apresentam algumas sugestões sobre o trabalho.
- Em seguida o quinto capitulo bibliografia, sugestões, limitação, apêndices e anexos.

Problematização

O país está passando actualmente por uma séria crise de energia eléctrica. O sistema fotovoltaico foi concebido para tirar proveito da vasta disponibilidade do sistema solar. Conforme a população do país aumenta, a demanda por energia aumenta e, por conseguinte, surgem problemas relacionados ao meio ambiente devido à busca pela obtenção de energia eléctrica. Devido a essa adversidade, a população acaba por precisar pagar mais pelo uso da energia.

Outrora, verifica-se que com aumento populacional em particular da cidade de Nampula, também influência no aumento de circulação de viaturas e peões na cidade constantemente nos períodos de ponta (diurno e ao entardecer do sol), por sua vez, tem sido uma enorme preocupação para a autoridade (Inatter juntamente com edilidade local) em particular cidade de Nampula na montagem e manutenção de sinais de trânsito (semáforo normal), cujos estes são alimentados pela rede eléctrica pública que sua maioria encontram-se danificados devido esses cortes constante de energia acabam deixando a rodovia sem nenhuma sinalização, informação e segurança, isto é, causando inúmeras longas horas de congestionamento, acidentes e por sua vez colocando em risco vidas humanas. O que motivou o autor a efectuar um estudo para alimentação dos mesmos com uma outra fonte de energia para minimizar as inúmeras avarias dos mesmo que tem – se verificado devido a cortes constantes da energia eléctrica da concessionária EDM.

Este projecto não economizará energia suficiente para solucionar o problema da crise energética, mas será uma alternativa para garantir o funcionamento do semáforo convencional na cidade Nampula. Em longo prazo este projecto poderá trazer lucro significativo para o país, pois poupará dinheiro público na manutenção desta (sistema sinalização convencional).

Face a esse problema levanta se a seguinte questão: *“Até que ponto o projecto será viável ou pode contribuir significativamente no sistema de sistema de sinalização para o país em particular a cidade de Nampula?”*

Justificativa

A justificativa compreende a apresentação de forma clara e objectiva das razões de ordem teórica e ou prática que fundamentam a pesquisa. Justificam-se a escolha do tema, a delimitação realizada e a relação que o pesquisador possui com ele. *“Procura-se aqui demonstrar a legitimidade, a pertinência, o interesse e a capacidade do estudante em lidar com o referido tema”*. Cervo & Bervian (2002:127)

Este projecto tem como iniciativa o uso das energias renováveis e tem como tema ***“Projecto de um semáforo alimentado a partir de um sistema fotovoltaico na cidade de Nampula”*** na cidade de Nampula, Por outro lado, a iniciativa deste projecto é pelo facto do aumento de números de viaturas na via pública e enormes congestionamentos nas ruas da cidade de Nampula causados por motivo de longas horas de apagão rodovia. É sabido que os semáforos utilizados na cidade de Nampula estão conectados a rede pública consumindo uma parte da energia eléctrica afectando o sistema de sinalização actual. Portanto, estas circunstâncias que estão a proporcionar o desenvolvimento desta Monografia, ou seja, a procura de melhores soluções para reduzir o índice de acidentes, enormes filas de congestionamento na rodovia, e também as constantes avarias do sistema de sinalização actual (semáforo convencional).

Devido a esses apagões fazem com que reduzam a vida útil do sistema e acabando por danificando o próprio sistema de controlo de trânsito (semáforo convencional). Motivado por está causa, o que levou o pesquisador a efectuar um estudo e analisando sobre esses factores que fazem com dificultem a circulação de ambos a zona norte em particular a cidade de Nampula. Através dos dados meteorológicos que apontam como sendo uma das províncias mais quentes a nível nacional tendo como este recurso inesgotável (sol) e limpa, optou-se por utilizar sistema híbrido capaz de gerar energia e conectar com a rede pública para alimentar o sistema de sinalização actual na via trânsito. Este sistema sinalização convencional alimentado por sistema fotovoltaico será de grande importância, pois poderá permitir o funcionamento e mais circulação sem nenhuma interrupção mesmo nos dias de manutenção na rede pública na própria concessionária EDM, dias chuvoso (por algumas vezes a concessionária desconecta a linha por motivo segurança), haverá menos custos de manutenção também que envolvem alto custo de montagem e assim como na compra de material para semáforo convencional.

Objectivos

Por meio dos objectivos, indicam-se a pretensão com o desenvolvimento da pesquisa e quais os resultados que se buscam alcançar. “A especificação do objectivo de uma pesquisa responde às questões para que? E para quem?”. Lakatos & Marconi (1992:102).

Nesta sessão são apresentados os objectivos gerais e específicos desta pesquisa.

Objectivo geral:

- Propor a implementação do Semáforo alimentado por sistema fotovoltaico.

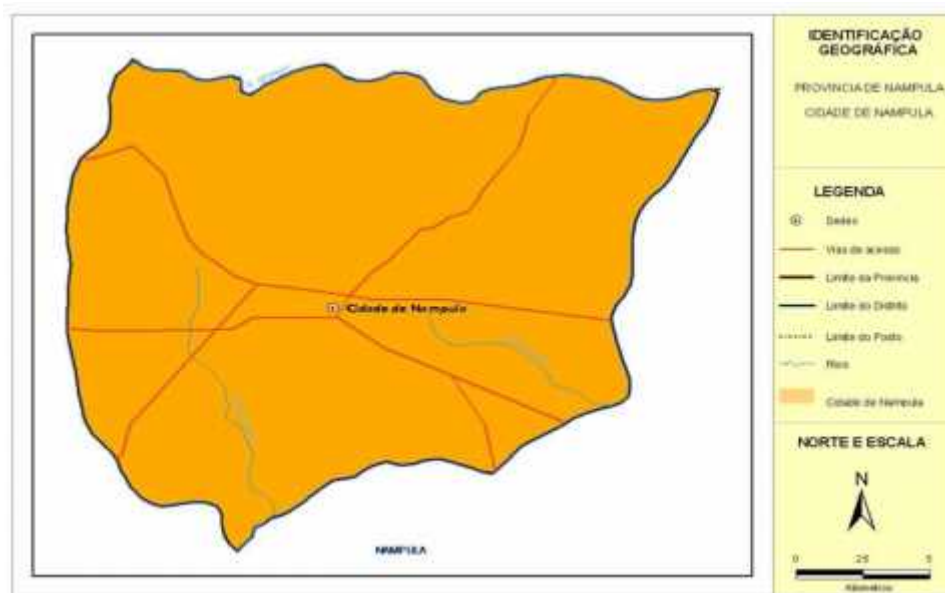
Objectivos específicos:

- Analisar o preço de cada material no mercado para sistema fotovoltaico;
- Descrever a situação actual de sinalização rodovia na cidade de Nampula;
- Levamento das características dos semáforos convencionais;
- Projectar um semáforo alimentado a partir de um sistema fotovoltaico.

Caracterização do local de estudo

Cidade de Nampula está localizada ao norte de Mongicual, sul de Moma, este de oceano Índico e oeste de Mogovolas, que conta com alguns recursos minerais como: Xisto/argila de ladrilho uma temperatura média 25 °C, temperatura máxima absoluta 37.7 °C, temperatura mínima absoluta 13.7°C, humidade relativa 63.2% e precipitação média mensal 130.5mm. A figura a seguir ilustra localização como sendo um ponto de partida para local em estudo.

Figura 1: Localização geográfica da cidade de Nampula



Fonte: INE 2019

Delimitação do Tema

“O tema de uma pesquisa é qualquer assunto que necessite melhores definições, melhor precisão e clareza do que já existe sobre o mesmo”. Cervo & Bervian (2002:81).

Nesta ordem de ideia, o trabalho tem como delimitação um período compreendido no qual constatou – se o problema em causa, como resultado da pesquisa, **Projecção de um semáforo alimentado a partir de um sistema fotovoltaico na cidade de Nampula – sipal**

Este local é um dos pontos mais movimentados na cidade de Nampula, contando com mais de 50 estabelecimentos comerciais, contando com um área de estacionamento de taxistas e motociclistas,

acompanhada em torno dela uma vasta de negócios informais (venda de roupa, produtos alimentares, material de limpeza, prestações de serviço e entre outros). Existe intensa circulação de automobilistas e peões sendo esta um rota referenciais na entrada, saída e na locomoção para outras parte de cidade. Esta figura abaixo listra o ponto referenciado pelo tema deste projecto.

Figura 2: descrição do local em estudo



Fonte: Autor (cidade de Nampula- sival)

CAPITULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. Sistema Fotovoltaico (SF)

Sistema fotovoltaico (SF) é constituído por um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, opcionalmente, um bloco de armazenamento. Pinho & Galdino (2014:144)

1.2. Efeito fotovoltaico

Conversão directa da energia da luz (espectro visível) em energia eléctrica. A célula fotovoltaica é o elemento que realiza esta conversão. Pinho & Galdino (2014:147)

1.3. Célula fotovoltaica

Dispositivo elementar especificamente desenvolvido para realizar a conversão directa da energia solar em energia eléctrica. Pinho & Galdino (2014:147)

1.4. Componentes do SF

É um agrupamento de módulos em painéis fotovoltaico e de outros equipamentos relativamente convencionais, que transformam ou armazenam a energia eléctrica para que esta possa ser utilizada facilmente nas várias aplicações finais. Pinho & Galdino (2014:144)

1.4.1. Inversores

Inversores são equipamentos de alta eficiência (até 98%) utilizados para converter corrente contínua (CC) em alternada (CA). Podem ser classificados basicamente em três tipos: inversores centrais, *string* e micro-inversores. Pinho & Galdino (2014:236).

1.4.2. Armário ou Banco de baterias

Baterias São dispositivos capazes de armazenar instantaneamente a energia disponível através de reacções químicas. A vida útil é limitada ao ciclo de vida, ou seja, há número limitado de vezes que as baterias tradicionais devem ser recarregadas. Guerreiro & Maschio (2015:33)

Figura 3: Armário de bateria



Fonte: Acessado no dia 22/11/2018 (www.google.com/bateria)

1.4.3. Controlador de carga

Controladores de carga são incluídos na maioria dos SFI com o objectivo de proteger a bateria (ou banco de baterias) contra cargas e descargas excessivas, aumentando a sua vida útil. Pinho & Galdino (2014:203)

1.4.4. Regulador de Tensão

O regulador de tensão tem por finalidade a manutenção da tensão de saída de um circuito eléctrico. Sua função principal é manter a tensão produzida pelo gerador/alternador dentro dos limites exigidos pela bateria ou sistema eléctrico que está alimentando. Um regulador de tensão é incapaz de gerar energia. A tensão de entrada deve ser sempre superior à sua tensão de regular em nominal. Guerreiro & Maschio (2015:31)

1.5. Semáforo

Também conhecido popularmente como sinal, sinaleira e farol ou sinal luminoso é um instrumento utilizado para controlar o tráfego de veículos e peões nas grandes cidades em quase todo o mundo. Utiliza uma linguagem simples e por isso de fácil assimilação. É composto geralmente por três círculos de luzes coloridas. O controlo pelo trafego semaforico permite alternar o direito de passagem na zona de conflito de uma intersecção. Actualmente utilizam-se controladores automáticos que operam de diferentes formas, dependendo do tipo de equipamento utilizado, e são classificados em três formas básicas: controlador de tempo fixo, semi-actuado e controlador actuado. (Piai, 2009).

Figura 4: Semáforo



Fonte: Acessado 11 de Janeiro de 2019 em www.google.com/semaforo

1.6. Configurações do SF

Sistemas Fotovoltaicos (SF) podem ser classificados em três categorias principais: isolados, híbridos ou conectados à rede. A utilização de cada uma dessas opções dependerá da aplicação e/ou da disponibilidade de recursos energéticos. Gtes (2004:18).

1.7. LED

É um componente eletrônico semicondutor da mesma tecnologia utilizada nos chips dos computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz. Esta transformação é diferente da encontrada nas lâmpadas convencionais que utilizam filamentos metálicos, radiação ultravioleta, dentre outras. Guerreiro & Maschio (2015:39)

Figura 5: Lâmpada LED



Fonte: Guerreiro & Maschio (2015:39)

1.8. Aterramento

Sistema de aterramento, em termos de segurança deve ser aterrado todas as partes metálica que possam eventualmente ter contacto com a parte energizada. Kinderman (1995:8)

1.9. Disjuntor

Os disjuntores são dispositivos magnético – térmicos para protecção de instalações e equipamentos eléctricos contra sobrecarga e curto-circuito. Souza (2009:18)

Figura 6: Imagem de um disjuntor tripolar



Fonte: Acessado dia 29/01/2019 www.google.com/disjuntor

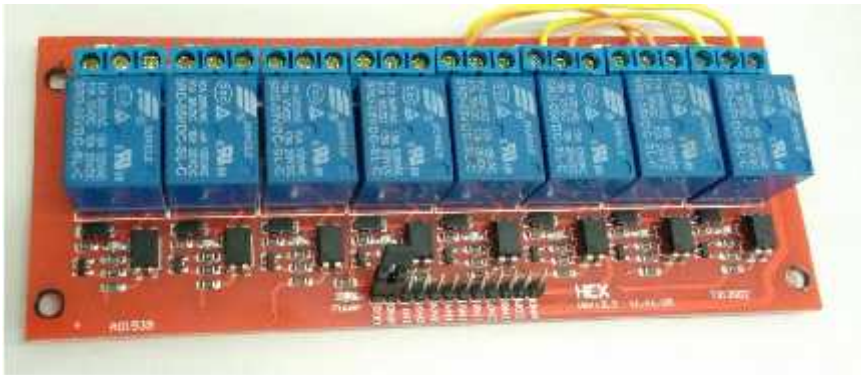
1.10. Arduino Uno

É um pequeno computador, capaz de ser programado para processar entradas e saídas (através de seu sistema de suporte I/O) entre ele e outros dispositivos externos conectados a ele. Guerreiro& Maschio (2015:33)

1.11 Interface de Potência

É um interruptor actuado electricamente. Ou seja, tem um circuito de comando (ou primário), que quando alimentado por uma corrente, acciona um electroímã que faz mudar de posição outro par de contactos ligados a outro circuito (circuito secundário). Guerreiro & Maschio (2015:35)

Figura 7: Representação de uma interface de potência



Fonte: Acessado no dia 04/01/2019 (www.google.com/interfacedepotencia)

1.12. Fonte de alimentação

Fontes de alimentação são dispositivos capazes de aumentar ou reduzir valores de tensão. Também, é um dispositivo responsável por fornecer energia eléctrica aos componentes de um circuito eléctrico. Portanto, é um tipo de equipamento que deve ser escolhido e manipulado com cuidado, afinal, qualquer equívoco pode resultar em provimento inadequado de electricidade ou em danos á carga. Guerreiro& Maschio (2015:37)

Figura 8: Representação de fonte de alimentação



Fonte: Guerreiro & Maschio (2015:37)

1.13. Sensor

É um dispositivo que responde a um estímulo físico ou químico de maneira específica e que pode ser transformado em outra grandeza física para fins de medição e monitoramento.

(www.google.com/sensor)

1.14. Classificação dos sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos são classificados de acordo à forma como é feita a geração ou entrega da energia eléctrica em: Sistemas Isolados ou Off-Grid (híbridos, autónomos (puros) e autónomo sem armazenamento) e conectados à rede (On-Grid). Di souza (2015:15)

1.14.1. Sistema Fotovoltaico Isolado é aquele que não tem contacto com a rede de distribuição de electricidade das concessionárias. Os sistemas isolados podem ser classificados em Híbridos ou Autónomos (Puros). Os sistemas autónomos podem ser com, ou sem armazenamento eléctrico. Souza (2015:15)

1.14.2. Sistemas Híbridos

Um sistema fotovoltaico híbrido trabalha em conjunto com outro sistema de geração eléctrica, que pode ser um aerogerador (no caso de um sistema híbrido solar-eólico), um moto-gerador a combustível líquido ou qualquer outro sistema de geração eléctrica. Um sistema híbrido pode ou não possuir sistema de armazenamento de energia. Quando possui, geralmente o sistema de armazenamento tem autonomia menor ou igual a um dia. Souza (2015:16)

1.14.3. Sistemas Autónomos (Puros)

Um sistema fotovoltaico puro é aquele que não possui outra forma de geração de electricidade. Devido ao fato de o sistema só gerar electricidade nas horas de sol, os sistemas autónomos são dotados de acumuladores que armazenam a energia para os períodos sem sol, o que acontece todas as noites, e também nos períodos chuvosos ou nublados. Os acumuladores são dimensionados de acordo à autonomia que o sistema deve ter, e essa varia de acordo às condições climatológicas da localidade onde será implantado o sistema fotovoltaico. Souza (2015:16)

1.14.4. Sistemas Autónomos Sem Armazenamento

São sistemas que funcionam somente durante as horas de sol. Temos como exemplo os sistemas de bombeamento de água. As características das bombas são calculadas levando em consideração a necessidade água e o potencial Solar da localidade. O painel fotovoltaico é dimensionado para fornecer potencial para a bomba. Apesar de, geralmente, não utilizarem sistemas de armazenamento eléctrico, o armazenamento energético é feito na forma de água no reservatório. Souza (2015:17)

1.14.5. Sistemas Conectados à Rede (On-Grid)

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede fornecem energia para as redes de distribuição. Todo o potencial gerado é rapidamente escoado para a rede, que age como uma carga, absorvendo a energia. Os sistemas conectados à rede, também chamados de on-grid, geralmente não utilizam sistemas de armazenamento de energia, e por isso são mais eficientes que os sistemas autónomos, além de, geralmente, serem mais baratos. Os sistemas On-Grid dependem de

regulamentação e legislação favorável, pois usam a rede de distribuição das concessionárias para o escoamento da energia gerada.

Para funcionamento de semáforo convencional existente acoplado com sistema fotovoltaico, neste caso optou-se por usar o sistema híbrido por ter a capacidade de trabalhar com outros tipos de geração energia com um banco de armazenamento de energia, assim podendo alimentar o sistema de sinalização convencional tendo como chaveamento com a rede pública. Por tanto, o sistema híbrido contara com sensores de modo que possa medir o nível de radiação solar e nível de carga no banco de baterias, por sua vez as baterias estará ligado a uma fonte de alimentação específica para poder converter a energia e baixar a tensão para 12V. Souza (2015:17)

1.15. HISTÓRIAL E SITUAÇÃO ACTUAL DA ENERGIA SOLAR NO MUNDO

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 de 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 de 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 foi a chamada “corrida espacial”. A célula fotovoltaica era, e continua sendo, o meio mais adequado (menor custo, peso e segurança) para fornecer a quantidade de energia necessária para longos períodos de alimentação de equipamentos electroeletrónicos no espaço.

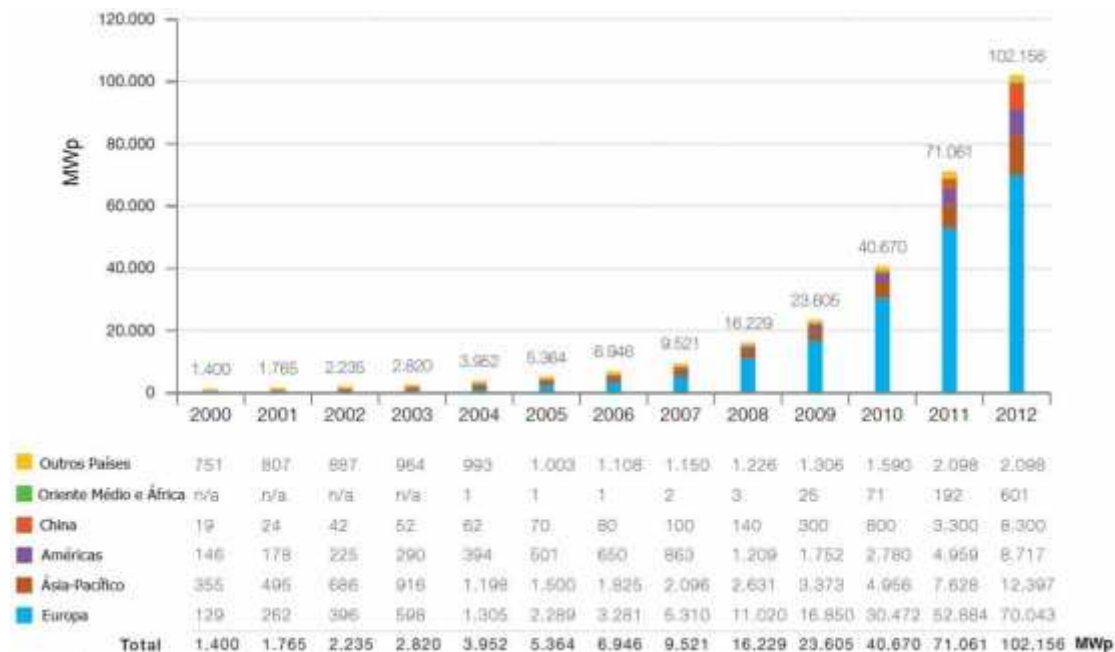
Em 1978, a produção da indústria fotovoltaica no mundo já ultrapassava a marca de 1 MWp/ano. Os Estados Unidos foram líderes mundiais na produção dessa tecnologia durante a maior parte da década de 1990. No final dessa década, políticas de governo na Alemanha e no Japão resultaram em aumentos substanciais no desenvolvimento desse mercado. Essas políticas foram

impulsionadas, em parte, por um forte compromisso com a redução de CO₂, conforme previsto pelo Protocolo de Kyoto, e em parte para desenvolver o mercado dessa tecnologia para exportação.

Em 1998, a produção mundial de células fotovoltaicas atingiu a marca de 150 MWp, sendo o silício quase absoluto dentre os materiais utilizados. O grande salto no desenvolvimento do mercado fotovoltaico resultou do rápido aumento da produção chinesa, observado desde 2006. Em 2003, a Ásia não figurava entre os dez maiores fabricantes do mundo, entretanto, em 2008, três destes eram da China e um de Taiwan e, em 2009, a China já ocupava a liderança na fabricação de módulos. Embora abundante na Terra, a energia solar para produção de energia eléctrica ainda a é pouco utilizada. Nos países desenvolvidos este cenário vem mudando, porque fortes incentivos foram concedidos para a instalação de sistemas fotovoltaicos.

A Figura abaixo apresenta a evolução da produção mundial de células fotovoltaicas, tendo sido produzidos, em 2012, cerca de 36,2 GWp. Esta potência equivale a mais de duas vezes e meia a potência da usina hidroeléctrica de Itaipu, a maior central de produção de energia eléctrica do Brasil. Nos últimos onze anos, o crescimento anual médio da indústria de células e módulos fotovoltaicos foi de 54,2%.

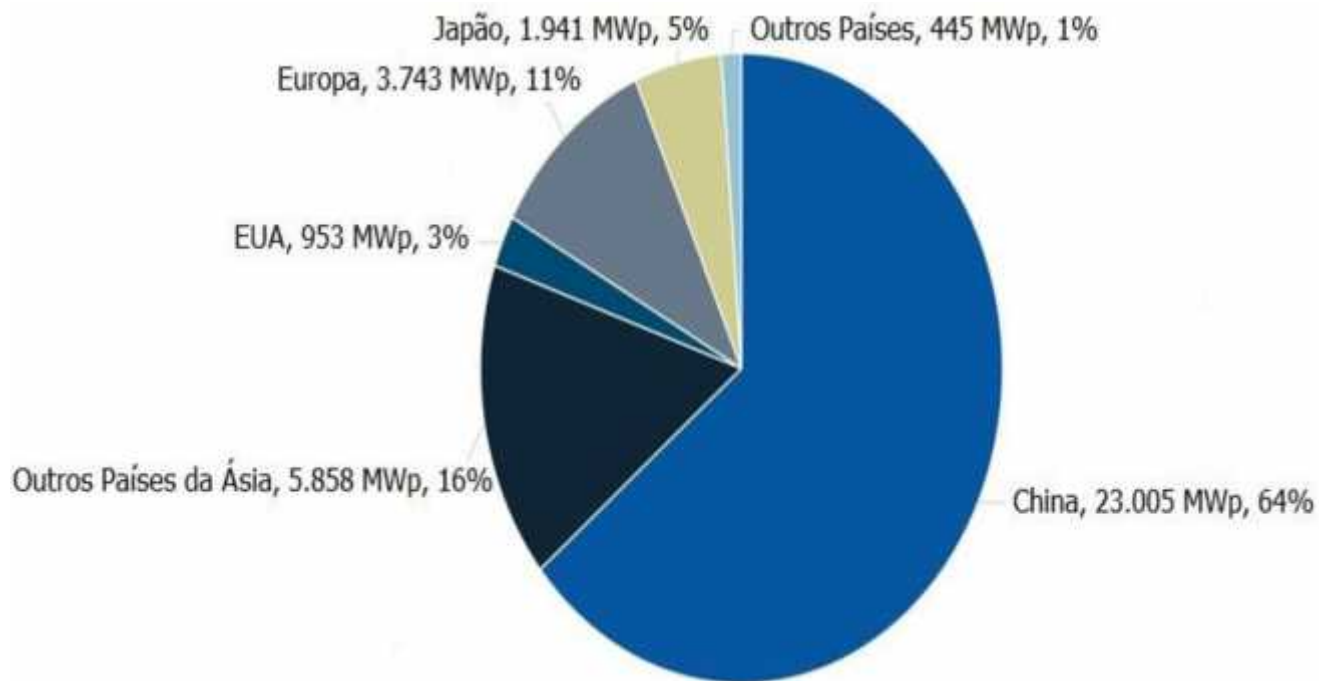
Figura 9 - Evolução da potência instalada em sistemas fotovoltaicos no Brasil



Fonte: (EPIA, 2013)

O custo das células fotovoltaicas é, ainda hoje, um grande desafio para a indústria e o principal empecilho para a difusão dos sistemas fotovoltaicos em larga escala. No entanto, a tecnologia fotovoltaica está se tornando cada vez mais competitiva, em razão, tanto dos seus custos decrescentes, quanto dos custos crescentes das demais formas de produção de energia, inclusive em função da internalização de fatores que eram anteriormente ignorados, como a questão dos impactos ambientais. No final de 2013, para venda em maior escala, o preço do módulo fotovoltaico de c-Si encontrava-se em cerca de 0,60 €/Wp na Europa, de 0,65 US\$/Wp nos EUA e menos de 3 R\$/Wp no Brasil.

Figura 10 - mostra os principais países fabricantes de módulos fotovoltaicos do mundo em 2012.



Fonte: (GTM RESEARCH, 2013)

1.16. BREVE HISTORIAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM MOÇAMBIQUE

Em 2009, o Governo de Moçambique aprovou a política de desenvolvimento das energias novas renováveis, tendo estabelecido como uma das prioridades estratégicas de implementação a avaliação dos recursos de energias novas renováveis. No âmbito da avaliação dos recursos, a política é, posteriormente, a Estratégia de desenvolvimento das energias novas e renováveis, aprovada em 2011, vêm estabelecer como medidas a desenvolver, designadamente, o mapeamento do potencial hídrico, eólico, solar, de biomassa, geotérmico e marítimo, bem como a identificação e mapeamento dos locais de ocorrência.

O Atlas das Energias Renováveis de Moçambique vem desta forma, dar resposta a uma das prioridades estratégicas definidas na Política e estratégia do Governo de Moçambique, através, não só, da avaliação e caracterização do potencial para a produção de energia eléctrica de cada um dos recursos renováveis existentes, mas indo mais além, identificando e estudando ao nível da pré-viabilidade técnica e económica várias de centenas de projectos.

Foram recolhidos e analisados os dados de radiação global em plano horizontal de 11 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (período 1970-2000), e os dados disponibilizados pelo World Radiation Data Center (WRDC), para 17 estações de medição (entre 8 a 28 anos de registos existentes).

Foram instalados 16 piranómetros, em 12 localizações dispersas por todo o território e foram registadas medições com uma amostragem de 2 em 2 segundos e registo de 10 em 10 minutos, ao longo de mais de 1 ano. Com base nos dados históricos e nas medições de radiação global em plano horizontal recolhidas na campanha de medição foram calibrados os dados de satélite para todo o território e calculada a radiação global em plano horizontal.

Em Moçambique, a radiação global em plano horizontal varia entre os 1.785 e 2.206 kWh/m²/ano. Com base na radiação global em plano inclinado, na análise de declive do terreno, densidade florestal e áreas inundadas, o potencial solar de Moçambique é de 23 TWp.

CAPITULO II: METODOLOGIA

2.1. Metodologia

Silva & Menezes (2001:14), com efeito “*o método é o conjunto de processos ou operações mentais que se deve empregar na investigação. É a linha de raciocínio adaptado no processo de pesquisa*”. Portanto, para realização do estudo foi usado o método indutivo.

2.2. Método indutivo

Marconi & Lakatos (2003:86) “*Indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas*”. Portanto, para alcançar os objectivos deste estudo, o autor cingiu-se no método indutivo que consisti em registos de factos para chegar a conclusão dos conteúdos geral.

2.3. Tipos de Pesquisa

Marconi & Lakatos (2003) “*demonstra que a pesquisa, na forma mais simples, significa procurar respostas para indagações existentes. Com isso, as pesquisas podem ser classificadas de ponto de vista da sua natureza, forma de abordagem do problema, dos seus objectivos e de ponto de vista dos procedimentos técnicos*”.

Visto que se pretende compreender como é que o sistema fotovoltaico isolado irá melhorar a qualidade de serviços dos sinais rodoviários da cidade de Nampula, a pesquisa será exploratória, porque tem como objectivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito; envolverá levantamento bibliográfico. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica.

2.3.1. Pesquisa quanto à natureza

Silva & Menezes (2001), “*Sob ponto de vista da natureza pesquisa, é aplicada*”.

Na perspectiva de Moretti (2008), “denomina no ponto de vista da natureza da pesquisa aplicada denomina como resumo de assunto”.

Neste trabalho, a classificação da técnica quanto a natureza da pesquisa fez-se o uso de pesquisa aplicada. Portanto, a sua elaboração foi fundamentada em trabalhos avançados, publicados por Autoridades no assunto com enfoque ao tema da presente monografia, através complementaridade de ideias em resumo do assunto e não se limitando à simples cópia de ideias dos Autores. Envolvendo verdades e interesses do Município da Cidade de Nampula o quanto é importante a produção de energia alternativa de qualidade através de sistemas fotovoltaica.

2.3.2. Pesquisa Quanto à abordagem

Quanto a forma de abordagem do problema a técnica de pesquisa é qualitativa, cujo a interpretação dos fenómenos e a contribuição de significados são da forma descritiva, e considera-se a relação entre o mundo real e o sujeito.

Neste ponto, o autor a partir dos resultados em estudo qualitativo e embora, com alguns traços quantitativos de forma a apurar as possíveis soluções do problema e demonstrar a necessidade de instalação do sistema de produção de energia eléctrica através do sistema fotovoltaico tendo em conta o custo e a produtividade.

Nesta perspectiva as descrições do projecto para a Cidade de Nampula, fez-se o uso de procedimentos qualitativos sobre as análises das respostas dos participantes de pesquisa sem pretensões numéricas, embora os dados tenham aparências quantitativas. Todavia, a utilização conjunta sobre formas qualitativa (saliente aspectos dinâmico) da e quantitativa (pensamento positivista lógico) na pesquisa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

2.3.3. Pesquisa quanto aos seus objectivos

A classificação da técnica de pesquisa do presente trabalho, do ponto de vista da pesquisa quanto aos seus objectivos ela é exploratória. Com efeito, houve observação, registo e correlação de factos sem manipular-las. Sob esta abordagem, procurou descobrir os níveis do índice da radiação solar na província de Nampula característica na forma de pesquisa participante.

Portanto, Silva & Menezes (2001:21) afirmam que “*quando se determinam um objecto de estudo, selecciona-se as variáveis que seriam capazes de influencia-los, definem – se as formas de controlo e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto*”.

O proponente através da experiência laboratorial, projectou-se o sistema de geração de energia eléctrica através de sistema fotovoltaico de forma a corresponder na actuação de acordo com a realidade da problemática de fraca e/ou falta de corrente eléctrica ao nível do Município ou a Cidade em geral.

2.3.4. Pesquisa quanto ao objecto

Quanto ao objecto de pesquisa foi usada pesquisa de campo, porque a colecta de dados foi efectuada no local, onde foi analisado para o projecto de semáforos solares. Baseou-se nas observações directas do local à montar o sistema.

Assim, o estudo de campo foi utilizada com muito aprofundamento, técnicas de observação directa do que questões, para que o programa possa suprir o défice de energia e dar respostas satisfatórias de acordo com a realidade da situação vivida no campo de estudo. Todavia, como sustendo do trabalho científico através da pesquisa bibliográfica foi feita um pesquisa em materiais já publicados, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e actualmente com material disponibilizado na Internet e em trabalhos científicos subordinado a radiação solar, energia fotovoltaico e todo equipamento relacionado com o tema em estudo para a obtenção de informações e dados, fontes estas que estão devidamente referenciadas na bibliografia.

2.3.5. Procedimentos Técnicos

Este projecto, cingir – se – á basicamente na *pesquisa bibliográfica*, através de consulta em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos; *pesquisa exploratórias*, baseada no levantamento bibliográfico; entrevista com pessoas que tiveram experiências práticas com o assunto; análise de exemplos que estimulem a compreensão; *Estudo de campo*, procurará o aprofundamento numa realidade específica, onde iremos realizar uma observação directa das actividades do autor em estudo e de entrevistas com informantes para captar as explicações e interpretações de acordo com a realidade local.

2.4. Universo e Amostra

Os participantes da pesquisa se referem a todo o conjunto de indivíduos de um universo com mesmas características sobre os quais se incide o estudo.

Stevenson (1981), “*consiste no todo pesquisado, do qual se extrai uma parcela que será examinada e que recebe o nome de amostra*”.

- **Universo** “*é a totalidade de indivíduos que possuem as mesmas características definidas para um determinado estudo*” Silva & Menezes (2001:32).

No entanto, o universo desta pesquisa foi constituído por todo o pessoal no Município da Cidade de Nampula.

Foi usada os participantes de pesquisa da forma aleatória simples. Para fraseando Marconi e Lakatos (2003), define-se “*participante da pesquisa aquele que baseia – se na escolha aleatória dos pesquisados, significando o aleatório que a selecção se faz de vinte elementos ou menos, de forma que cada elemento do universo ou população tenha a mesma probabilidade de ser escolhido*”. Nesta perspectiva, dando possibilidades a toda população ser escolhido.

➤ **Amostra**

Segundo Leite (2004) “*amostra é o percentual deste todo que vai representá-lo como objecto da pesquisa e sob o qual se levanta os dados e informações que serão analisados e interpretados no resultado da pesquisa*”.

Para a presente monografia tem como *amostra*: Município da cidade de Nampula.

2.5. Técnicas de Colecta de Dados

Para a realização de qualquer tipo de pesquisa, existem ferramentas que através das quais faz-se a colecta das informações que podem ser consideradas espécie de matéria-prima para a resolução do problema que levou a estudo.

A proponente auxiliou-se na colecta de dados com as técnicas bibliográficas destacando-se a observação participativa, segundo Gil (2007:50) assegura que, “*pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos*

científicos”. Para a concretização desta pesquisa a proponente usou a pesquisa bibliográfica e observação como instrumento de colecta de informações.

2.6.Observação participativa

Nesta perspectiva, através da observação participativa fez – se as anotações de ocorrência da radiação solar em períodos de modos a influenciar o sistema para bom funcionamento dos semáforos para responder com precisão défices de energia eléctrica na província de Nampula.

Marconi & Lakatos (2003:190), “*a observação é uma técnica de colecta de dados, para conseguir informações e utilizam sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade*”. Nesta técnica foram colectados dados sobre intervalos de potência (W/mês) na província de Nampula, para melhor projectar a quantidade à produzir nos sistemas e para ser mais abrangente em zonas onde a rede nacional não se faz presente e há necessidade.

Todavia, produzindo uma energia de boa qualidade para sustentar o funcionamento dos sinais de trânsito paralisados por motivos de apagões. Entretanto, como forma o projecto baseou – se na pesquisa exploratória e observação.

CAPITULO III: DESENHO DO PROJECTO

3.1. Etapas principais do dimensionamento do projecto

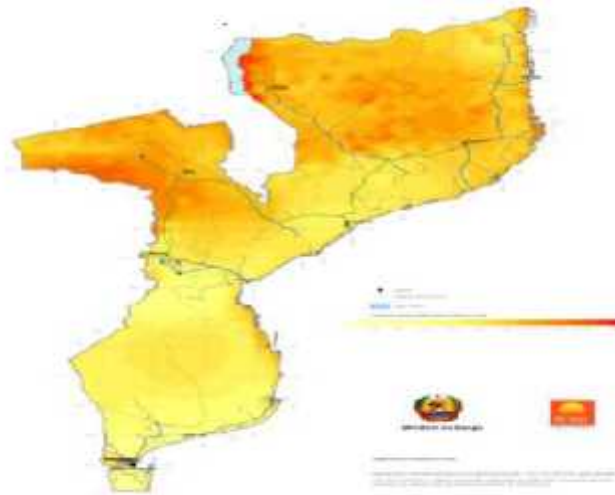
Para o projecto em causa serão representadas as principais etapas para o dimensionamento do sistema, tendo em conta os seguintes aspectos:

3.2. Panorama e Avaliação do recurso solar Nacional

Nesta fase do dimensionamento de um sistema fotovoltaico é a avaliação do potencial energético solar do local do projecto, que constitui a quantidade de irradiação global incidente sobre os módulos fotovoltaicos de forma que se possa calcular a estimativa de energia gerada.

Na obtenção de banco de dados solarimétricos e de temperatura foram pesquisados no Instituto Nacional de Meteorologia de Moçambique (INAM). O INAM realiza medições através de suas estações costeiras e do interior, abastecendo os órgãos governamentais e de pesquisa através de seu banco de dados, o que torna os seus dados oficiais.

Figura 11: Mapa de recursos energéticos em Moçambique



Fonte: (Atlas do potencial solar de Moçambique)

Uma segunda fonte de dados solarimétricos, é o NREL (Nacional Renewable Energy Laboratory) do departamento de energia.

Tabela 1: Irradiação média anual das dez cidades do País

Cidades	NREL (kWh/m ² dia)	INAM (kWh/m ² dia)	%
Maputo	5,5	5,9	0,93
Quelimane	5,7	6	0,95
Chokwé	6	5,9	0,98
Inhambane	5,8	5,3	0,91
Beira	5,4	5,4	0
Chimoio	5,5	5,2	0,94
Tete	5,7	5,4	0,89
Nampula	5,5	6	0,98
Pemba	5,4	5,7	0,94
Lichinga	5,1	5,1	0

Fonte: (NNREL e INAM)

As fontes aqui ilustradas, é importante analisar qual é a mais adequada e coerente, verifica a distância das estações.

A forma mais comum de apresentação dos dados de radiação é através de valores médios mensais para a energia acumulada ao longo de um dia. É facilmente observável que a maior incidência solar se dá justamente nos meses mais quentes do ano na Cidade de Nampula (Novembro e Dezembro) e os mais frios (entre Junho e Julho), onde provavelmente o consumo de energia será maior em altas temperaturas.

Segundo a INAM, o número de Horas de Sol Pleno para a zona em estudo, a região Norte Nampula, possui uma insolação de 5.4 h/dia. O número de horas em que a radiação solar deve permanecer constante e igual a 1 kW/m² de forma que a energia resultante seja equivalente à energia acumulada para o dia e local em questão, ao longo de um dado dia. Em seguida temos um cálculo do número de HSP para este caso, em que a irradiação é de:

$$HSP = \frac{6[\text{kWh/m}^2]}{1[\text{kW/m}^2]} = 5.4 \text{ h/dia}$$

b) Topografia do Local em Estudo

Mesmo dentro de uma região com recurso solar uniforme, a escolha do local em que os painéis FV serão efectivamente instalados pode ser determinante de seu desempenho. A integração com elementos arquitectónicos e a presença de elementos de sombreamento ou superfícies reflexivas próximas podem afectar a eficiência de um sistema fotovoltaico. Também a capacidade de troca de calor com o meio, impacta a eficiência do painel.

Em regiões isoladas é mais provável que se encontrem superfícies livres, sem sombreamento e com fácil circulação do ar.

Figura 12: Localização topográfica da Cidade de Nampula



Fonte: Acessado em 19 de Outubro de 2018 (www.google.com/maps)

Os elementos de sombreamento existentes nesta região irão influenciar em algum momento na incidência da radiação e no desempenho do sistema, pois aspectos como inclinação e orientação azimutal do plano do painel são bastantes relevantes nessas regiões.

3.3. Escolha da Configuração

A escolha é baseada nas características da carga e na disponibilidade de recursos energéticos segundo Pinho *et al* (2004:302).

O projecto é dimensionado com base num sistema híbrido para uma gerar com armazenamento e conectar-se a rede pública. A geração por este sistema é partilhada entre um pequeno grupo de unidades consumidoras que estão geograficamente próximas umas das outras, em cada cruzamento temos por um conjunto de 3 a 4 semáforos.

O dimensionamento adequado desta geradora de energia eléctrica através de fonte renovável, do banco de baterias, e a utilização de uma estratégia de operação que optimize os recursos disponíveis, tem como objectivo minimizar ou eliminar os acidentes e demasiado congestionamento, o número de manutenção dos equipamentos e maximizar a vida útil do banco de baterias, diminuindo os custos de operação e ocasionando um menor custo das visitas de manutenção.

4.4. Levantamento da demanda e do consumo de energia eléctrica dos semáforos

A base do dimensionamento no caso de sistemas fotovoltaicos isolados (SFIs) é entender que o sistema deve gerar mais electricidade do que o limite estabelecido para consumo. Deve-se definir um período de tempo e a produção de electricidade neste período deve ser maior do que a demanda eléctrica a ser atendida. Isto deve se repetir nos períodos subsequentes, Pinho &Galdino (2014).

A especificação do valor de potência dos equipamentos a serem utilizados pelo sistema é obtida através de dados fornecidos pelos fabricantes, independentemente do tipo de alimentação.

Segundo a concessionária nacional a EDM, os semáforos da cidade são compostos por lâmpadas incandescentes, que estas têm um consumo numa potência media de 45W à 50W mensal. Que por sua vez, tem elevado os números de pagamentos por factura e a vida útil destes equipamentos é de um tempo curto.

3.5. Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

O dimensionamento do sistema será realizado em consideração a um balanço energético no período de um ano, no qual ocorrem as condições médias mais desfavoráveis para o sistema. Isto porque pressupõe – se que se o sistema deve funcionar adequadamente nesses meses, isso irá ocorrer também nos demais meses do ano e a produção de energia será eficiente nos outros meses nos quais as condições forem mais favoráveis.

2.6. Cálculo de Necessidade de Geração de Energia de acordo com as horas de insolação

➤ Necessidade de Geração – Módulos FV

Neste caso a necessidade de geração por horas de sol é pela equação: $NG = \frac{CC}{HSP}$, substituindo

os valores temos:

$$NG = \frac{CC}{HSP} = \frac{50 \text{ Watts/dia}}{5.4 \text{ horas de sol/dia}} = 9.259 \text{ W/h} ; \text{ neste caso, será necessária uma placa que gere}$$

9.259 Wh/h para satisfazer a demanda dos semáforos.

➤ Quantidade de Painéis Solares

Neste caso a quantidade de painéis solares, como é pela equação: $Q_p = \frac{NG}{PP}$, substituindo os

valores temos: $Q_p = \frac{9.259 \text{ Watts/h}}{250W} = 0.037 \approx 1$, neste caso pode-se considerar que foi

arredondado por excesso, porque para satisfazer a demanda será necessário instalar 1 painel solar para cada semáforo.

➤ Verificação de Rendimento de sistema FV – Geração Instalada

Como a geração instalada é dada pela equação: $G_i = Q_p \times P_i$ e substituindo os valores temos:

$$G_i = 1 \times 250 = 250 \text{ W / horas}$$

Sendo assim, o rendimento do painel solar é dada pela equação: $n_p = \frac{G_i}{NG}$, substituindo os valores temos: $n = \frac{250}{9.259} = 27$, logo leva-nos a uma reserva de 0.27%.

➤ **Micro Controlador**

Como a capacidade de controlador de carga é dada equação: $I_c = \frac{G_i}{U_{\text{painéis}}}$, substituindo os valores temos: $I_c = \frac{250}{12} = 20.83 \text{ A}$

➤ **Quantidade de Micro Controlador**

Neste caso a quantidade de controlador de Carga é calculada pela equação: $Q_c = \frac{I_c}{I_{\text{Cescolhido}}}$, substituindo os valores temos: $Q_c = \frac{20.8A}{30A} = 0.69 \approx 1$, sera 1 Controlador de carga de 30A /12-24V.

➤ **Rendimento de controlador de carga**

Como a capacidade de controlador instalada é dada pela equação: $C_i = Q_c \times I_{\text{Cescolhido}}$ e substituindo os valores temos: $C_i = 1 \times 30 = 30 \text{ A}$

Sendo assim, o rendimento do controlador é dada pela equação: $n_c = \frac{C_i}{I_c}$, substituindo os valores temos: $n_c = \frac{30}{20.83} = 1.4$, logo leva-nos a uma reserva de 0.014%.

➤ **Banco de Baterias**

Os painéis, produzem 20.83 Ah em 12 V ou 10.42 em 24V. Operando por 5.4h de insolação, teremos: $C_{Ad} = I_c \times HS \rightarrow$ substituindo os valores $C_{Ad} = 20.83 \times 5.4 = 112.5 \text{ A} \cdot \text{dias}$.

Como a capacidade nominal de bateria é dada equação: $C_{Bat} = \frac{E_T \times A}{D_{op} \times V}$ [Ah], Substituindo os valores temos:

Cálculo Quantidade de Baterias

Neste caso a quantidade necessária de baterias são calculada pela equação: $Q_B = \frac{C_{Ah}}{CB}$, substituindo os valores temos: $Q_B = \frac{112.4}{250} = 0.45 \approx 1$ Baterias, para satisfazer o consumo de energia será necessária 1 Bateria de 250Ah/12V.

➤ Rendimento de Baterias

Como a capacidade de banco de bateria instalada é dada pela equação: $C_{BI} = n \times C_B$ e

substituindo os valores temos: $C_{BI} = 1 \times 250 = 250Ah$

Se a escolha for por uma bateria de 250Ah, esse acumulador, na prática não será utilizado a 100%.

➤ Mini-Inversor

Pela teoria de instalações eléctricas, a demanda máxima é dada pela expressão matemática:

$$D_{\text{máx}} = K_d \times \frac{P_E}{\text{Cos}\{}$$

Onde: K_d - *Factor da demanda*

$\text{cos}\{$ - *Factor da Potência*

Sendo assim, considerando o factor da demanda igual a 0.9 e o factor de potência igual a 0.8 a demanda neste bloco será: $D_{\text{máx}} = 0.9 \times \frac{50}{0.8} = 56.25VA$

➤ Potencia Mínima do Micro-Inversor

A fim de garantir uma maior eficiência do nosso inversor e também uma reserva estratégica, o ideal seria que o ponto de operação do nosso inversor de onda senoidal seja sempre inferior a 80%. Assim, a potência do inversor deveria ser superior a:

$$P_{\text{Min}} = \frac{D_{\text{máx}}}{K_{\text{Inv}}} \text{Onde: } K_{\text{Inv}} - \text{Eficiência do inversor}$$

Substituindo os valores e considerando a eficiência do inversor em 80%, temos:

$$P_{Min} = \frac{50}{0.8} = 62.5W$$

Quanto ao número dos inversores necessários temos:

$$N_{Inv} = \frac{62.5W}{50W} = 1.25 \approx 1$$

No entanto, será necessário 1 inversor de 300W.

➤ **Rendimento do Micro-inversor**

Como a capacidade de inversor instalada é dada pela equação: $P_i = Q_i \times P_{I_{escolhida}}$ e substituindo os valores temos: $P_i = 1 \times 300 = 300 \text{ W}$

Sendo assim, o rendimento do controlador é dada pela equação: $n_i = \frac{P_i}{P_{Min}}$, substituindo os valores temos: $n_i = \frac{50}{62.5} = 0.8$, logo leva-nos a uma reserva de 80%.

➤ **Secção dos condutores**

Pela corrente de serviço: pela teoria de circuitos e Instalações eléctricas a corrente de serviço é expressa pela equação: Corrente monofásico ou/e DC: $I_s = \frac{P}{U}$

$$\text{Corrente Trifásica: } I_s = \frac{P}{\sqrt{3}U}$$

Onde: P – Potência Nominal terminal da instalação [W ou W_p],

U - Tensão Nominal terminal da instalação [V]

Queda de Tensão: Para o cálculo da secção do condutor pelo critério de Corrente do Curto-circuito e dado pela Fórmula: $S = \frac{m \dots \times I_s \times L}{U \times \Delta U}$;

Onde: m - número de fases

L – Comprimento de circuito [m]

... - Resistividade do material condutor

ΔU - Queda de tensão

Corrente Curto-circuito: Para o cálculo da secção do condutor pelo critério de Corrente do

Curto-circuito e dado pela Formula: $S = \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{k}$

Onde: m - número de fases

k – Constante de material

t – Tempo de duração de curto circuito

➤ **Dispositivo de Protecção**

As características de funcionamento dos aparelhos de protecção contra sobreintensidade devem satisfazer simultaneamente a seguinte condição: $I_f \leq 1.45I_{zc}$

➤ **Para os módulos fotovoltaicos**

Determinação de secção pela corrente de serviço

Tendo o valor da Corrente de Serviço I_s , Vamos a Tabela consultar a secção igual o superior a corrente de serviço I_s .

$$I_s = \frac{P}{U} = \frac{50}{12} = 4.2A \implies \text{Dados no anexo 8 Para esse caso temos:}$$

➤ **Determinação de secção pela corrente de curto-circuito**

Para o cálculo da corrente do curto-circuito no barramento é dada pela equação:

$$I_{cc} = \frac{cU_n}{Z}; Z = \frac{U}{I} = \frac{24}{10.42} = 2.3\Omega \implies I_{cc} = \frac{cU_n}{Z} = \frac{1.1 \times 24}{2.3} = 11.5A; t = 5\text{seg}$$

Para Alumínio Temos: $k = 74 \implies S = \frac{11.5}{74} \sqrt{5} = 0.35 \rightarrow S \equiv 1.5mm^2$

Para Cobre Temos: $k = 115 \implies S = \frac{11.5}{115} \sqrt{5} = 0.22 \rightarrow S \equiv 1.5mm^2$

Conclusão: Será usado o cabo de cobre $1 \times 1.5 \text{mm}^2$

2.7.Resultado do Dimensionamento

- **Cálculo de necessidade de geração de energia de acordo com as horas de insolação:**
Por definição, o número de horas a Sol Pleno para zona em estudo é região Norte em Nampula possui uma insolação de 6h/dia, após o levantamento de carga, neste bloco a potência instalada é de 50W.

De acordo com os cálculos acima demonstrados, neste caso será necessária uma placa de 250W que gere 9.259 Wh/h para satisfazer a demanda dos semáforos diariamente.

- **Controlador de Carga:** Neste caso para a quantidade de micro-controlador de carga, segundo os cálculos será necessário um microcontrolador para cada semáforo com a carga de 30A /12-24V. Este é o valor relativo ao dimensionamento através da potência de geração instalada.
- **Banco de Baterias:** Para o dimensionamento das baterias temos de considerar uma descarga de 80%, daí calcula-se a energia a capacidade nominal de bateria.

De acordo com os cálculos do painel, operando por 5.4h de insolação, $112.5 \text{ A} \cdot \text{dias}$. Para satisfazer o consumo de energia será necessária uma Bateria de 250Ah/12V

- **Micro-Inversor:** A fim de garantir uma maior eficiência do nosso micro-inversor e também uma reserva estratégica, o ideal seria que o ponto de operação do nosso dispositivo de onda senoidal seja sempre inferior a 80%. Assim, a potência do inversor segundo os cálculos será necessário 1 micro-inversores de 300W.

2.8.Cronograma das actividades desenvolvidas

De acordo com Bello (2007:20), “O cronograma é a previsão do tempo que será gasto na realização do trabalho, de acordo com as actividades a serem cumpridas”.

O Homem para executar suas actividades sempre precisou do tempo. Portanto, o presente projecto não foge da permissão, todavia as infra-estruturas futuras (Sistemas fotovoltaico) devem de ser inspecionados com uma periodicidade regular, para que esta não se degrade, não só em função das condições de funcionamento como também em função das condições climatéricas verificadas.

Tabela 2: Descrição do período de execução

ACTIVIDADES A DESENVOLVIDAS	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR
Preparação e informação acerca do projecto para quadro técnicos	X					
Remoção das antigas bases (postes de semáforo normais)		X	X	X		
Implantação das novas bases (postes para sistema fotovoltaico)		X	X			
Conexão do sistema e preparação do sistema de protecção				X		
Energização do sistema					X	
Informação sobre funcionamento sistema fotovoltaico para munícipes					X	
Entrega do projeto						X

Fonte: Autor

2.9. Orçamento para Implantação do projecto

Nesta secção, trataremos apenas critérios de natureza económica, para verificar se o investimento é rentável do ponto de vista económico ou se é um investimento que visa uma melhoria social, pois estava em causa a qualidade de serviço.

Como forma de delimitação financeira das necessidades sobre matéria ou equipamento e mão-de-obra para a implantação do projecto na cidade, apresenta-se em seguida os custos tabelados.

Para a construção do sistema projectado (Sistema Fotovoltaico) é necessário efectuar o orçamento, com vista a implantação do mesmo pelo governo local ou por uma ONG. Serão com base nesses valores que se efectuará o orçamento da obra, depois de se fazer um levantamento no terreno do material necessário.

Tabela 3: Resumo dos custos do projecto

Itens	Descrição da Actividade	Valor Total
1	Material Requisitado	350,000,00
2	Mão-de-Obra	100,000,00
3	Contingência do Material (10%)	30,000,00
4	Total em Mts	480,000,00

Fonte: Autor

CAPITULO V: CONCLUSÕES, SUGESTÕES e LIMITAÇÕES

4.1. Conclusões

Chegado a este capítulo, após propor implementação do sistema fotovoltaico, a descrição do cenário actual de sinalização do semáforo convencional cidade de Nampula, feito o estudo do mercado e ter dimensionado o semáforo alimentado por sistema fotovoltaico para alimentação do semáforo, o autor concluiu existem várias necessidades de ser utilizado este modelo de semáforo fotovoltaico, para o melhoramento dos conflitos existentes nos cruzamentos das vias de trânsito e a viabilidade da implantação de um sistema de independência energética de semáforos, a partir da tecnologia de colecta de energia solar através de placas solares, como substituto da energia eléctrica proveniente da concessionária (EDM), tendo maior segurança no trânsito, economizando na manutenção por parte do sistema de sinalização utilizada pelos semáforos normais, assim a sua projecção deste sistema (semáforo fotovoltaico) é barato e viável, e também poderá economizar por um longo período o cofre do município da cidade de Nampula. Neste sentido a utilização de energia solar de maneira a garantir a continuidade no funcionamento dos semáforos, uma alternativa interessante tendo em vista a disponibilidade deste tipo de energia (radiação solar) de maneira regular na maior parte do país. É importante notar que este projecto prioriza minimizar enormes congestionamentos, os acidentes e consumo de energia por parte dos semáforos que poderá ser reaproveitada em outros locais.

5.2. Sugestões

- Após a realização dos estudos, sugere-se que para o bom funcionamento da deve-se instalar estruturas de painéis acoplados por seguidor de radiação solar, ou seja, estruturas com dois eixos (horizontal e vertical).
- Na implantação do projecto sugere-se o aproveitamento de recursos locais de mão-de-obra, materiais e disponibilidade de equipamento de construção para tornar a obra o mais económica possível.
- Identificar os principais equipamentos e componentes utilizados em sistema fotovoltaico e as etapas do dimensionamento do projecto;
- Ao executar o projecto deve ser tal como foi dimensionado caso haja qualquer alteração deve ser consoante os cálculos para não por em causa o bom funcionamento do sistema tanto na geração assim como na distribuição a rede consumidora.
- É de relevância importância frisar que durante a operação do sistema, deve-se informar a comunidade local de como funciona o sistema. E que devido aos elevados custos na sua montagem, a energia produzida será vendida a certos consumidores e a população.
- Para efeito, fazer-se-a um plano de actividade de modo a poder-se monitorar e acompanhando da vida útil das baterias e dos restantes equipamento, por sua vez realizar-se no final de semana (domingo), escolheu-se por motivo de baixa circular de automóveis.

5.3. Limitações

- Falta de recursos financeiros para obtenção de matérias de alta qualidade para melhor adequação da pesquisa.

Bibliografia

SOARES, Tâmara Raísa Batista et al,2012, Energia Solar Aplicada na Automação de Semáforos, Viiconnepsi.

TOLMASQUIM et al, 2016, Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica, EPE, Rio de Janeiro,

BARBOSA, R. et al,2002, Avaliação dos níveis de coliformes em água de viveiros de tilápias utilizadas para a irrigação do tomate cereja. Horticultura brasileira, v.20, n.2, Suplemento 2, Julho.

BELLO, J.,2007, Metodologia Científica: Manual para Elaboração de Textos Acadêmicos, Monografias, Dissertações e Teses, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira, 2011, Metodologia científica: Um Manual para a Realização de Pesquisas em Administração, Catalão: UFG.

GIL, António Carlos, (2008), Métodos e Técnicas de Pesquisa Social, 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A.

SILVA, Edna Lúcia & Menezes, Eстера Muszkat, (2005), Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação, 4ª ed. Florianópolis: UFSC.

LAKATOS, Eva Maria, Marconi, Maria de Andrade, (1992), Metodologia do Trabalho Científico, 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A.

MARCONI, Maria de Andrade, Lakatos, Eva Maria, (2003), Fundamentos de Metodologia Científica, 5ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A.

PINHO, João. Galdino, Marco,2014, Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, Edição Revisada e Actualizada, Rio de Janeiro.

TOLMASQUIM, Maurício T., 2016, Energia Renováveis. EPE, Rio de Janeiro.

FUNAE. Atlas de Energias Renováveis de Moçambique. Estoril, 25 de Junho de 2015: p.13-18

SANTANA, Felipe Souza, 2014, Projecto de um sistema de geração fotovoltaica para UFRJ. Rio de Janeiro.

PEREIRA, Filipe, Oliveira, Manuel, 2011, Laboratório de Energia Solar Fotovoltaico, Pub:Indústria-Porto.

CASTRO, Rui, 2012, Energia Renováveis: Eólica, Fotovoltaica e Mini-hídrica, 2ª edição, IST, Press.

SOUA, Neemias. S, 2009, Apostila de Accionamentos Eléctricos, Campus – Central.

Atlas de Moçambique

Instituto Nacional de Estatísticas, 2008

Semáforo Solar Sustentável, Adriano Lino, 2012

Semáforo Solar Sustentável, Guerreiro & Maschio, 2015

<https://www.Google.Com/Semaforofotovoltaico> pesquisa electrónica Acessado no dia 25/11/2018

<https://www.Portalsolar.com.br> pesquisa electrónica Acessado no dia 26/11/2018

<https://www.Bluesol.com.br> pesquisa electrónica Acessado no dia 28/11/2018

<https://www.Google.Com/led> pesquisa electrónica Acessado no dia 08/02/2019

<https://www.Google.Com/semaforo> pesquisa electrónica Acessado no dia 28/02/2019

APÊNDICES

Apêndice 1: Tabela Dados da lâmpada LED

Dados	Descrição
Dimensão	20mm X 35mm
conector	G4
Cor:	Branco quente - Branco frio
Angulo de abertura	360°
Temperatura de cor	2800k~3500k - 5500~6500k
Quantidade de LED	27
Tipo do LED	smd5050
Tensão:	12 V
Consumo:	3,5 W
Luminosidade:	400 Lúmens
Temperatura de funcionamento	-20 ° a +55 °
Peso:	8 gramas

Fonte : Guerreiro & Maschio (2015:39)

Apêndices 2: Tensões características de células e baterias de chumbo-ácido

Tensões características	Tensões a 20°C (V)	
	Célula	Bateria com seis células
Nominal	2	12
Tensão máxima	2,3 – 2,5	14,0 - 15,0
Tensão de flutuação	2,2 – 2,3	13,0 – 14,0
Tensão de circuito aberto com carga plena ¹	2,1 – 2,2	12,5 – 13,0
Tensão limite de descarga para medida da capacidade ²	1,8 – 1,9	10,8 – 11,4
Variação de tensão com a temperatura ³	-0,05 V para cada 10°C de aumento	-0,33 V para cada 10°C de aumento

Fonte: (ROBERTS, 1991)

Apêndices 3: Redução da vida útil de baterias Chumbo-ácido tipo VRLA em função da temperatura média anual de operação.

Temperatura média anual (°C)	Redução da vida útil (%)
25 °C	0%
30 °C	30%
35 °C	50%
40 °C	66%
45 °C	75%
50 °C	83%

Fonte: (ROBERTS, 1991)

Apêndices 4: Fabricante de módulo

Fabricante	KYOCERA
Modelo	KC80
Configuração	12
Potência nominal (Wp)	80
Corrente nominal (V)	4.73
Tensão Nominal (V)	16.9
Corrente de curto-circuito (A)	4.97
Tensão de circuito aberto (V)	21.5
Vida útil (anos)	30

Fonte: (Fadigas, 84)

Apêndices 5: Fabricante de controlador de carga

Fabricante	Morningstar
Modelo	Prostar 30
Capacidade (A)	30
Tensão nominal (V)	24/12
Set-Points ajustáveis	Sim
Vida útil (anos)	15

Fonte: (Fadigas, 84)

Apêndices 6: Fabricante de bateria

Fabricante	Moura
Modelo	46BP
Tipo	Automotiva
Capacidade (Ah)	150
Tensão Nominal (V)	12
Energia fornecida (kWh)	1.80
Profundidade de descarga máxima (%)	50
Eficiência(%)	85
Vida útil (anos)	5

Fonte: (Fadigas, 84)

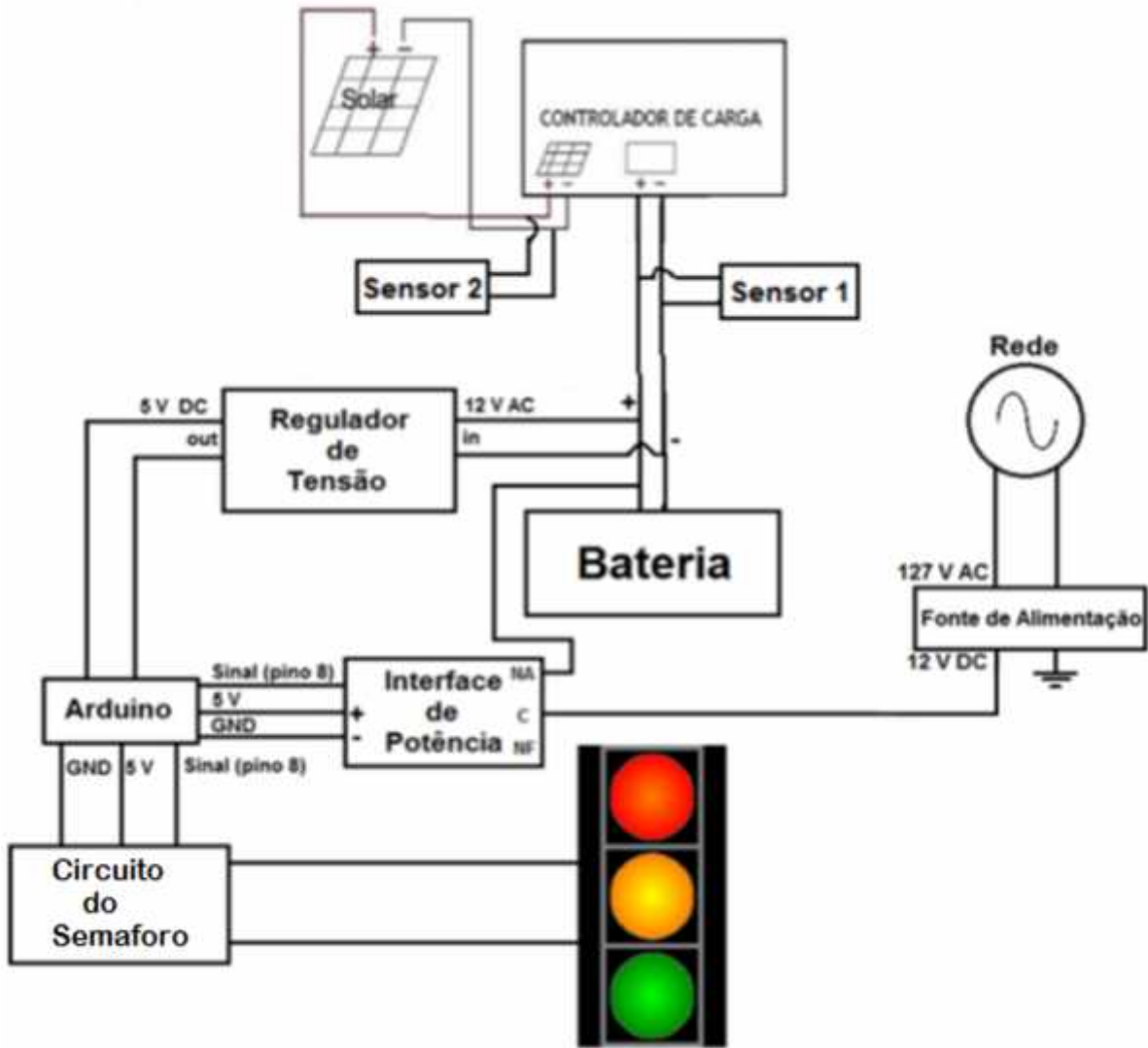
Apêndices 7: Fabricante de inversor

Fabricante	STATPOWER
Modelo	Prowatt 1000
Potência nominal (kW)	1
Capacidade de surto (kW)	2
Forma de onda	Senoidal modificada
Tensão de entrada (V)	12
Tensão de saída (V)	115
Eficiência (%)	85
Vida útil (anos)	10

Fonte: (Fadigas, 84)

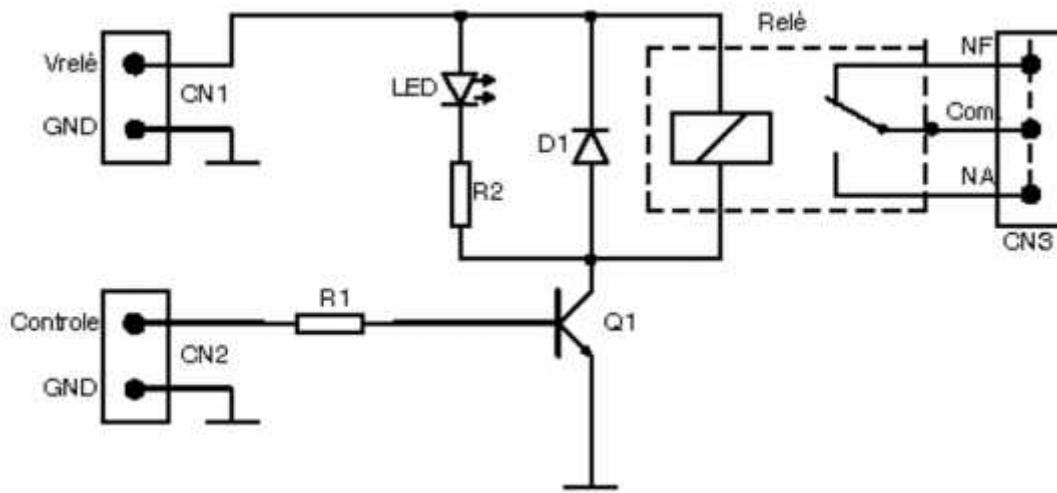
ANEXO

Anexo 1- Esquema de Funcionamento do projecto no sistema híbrido



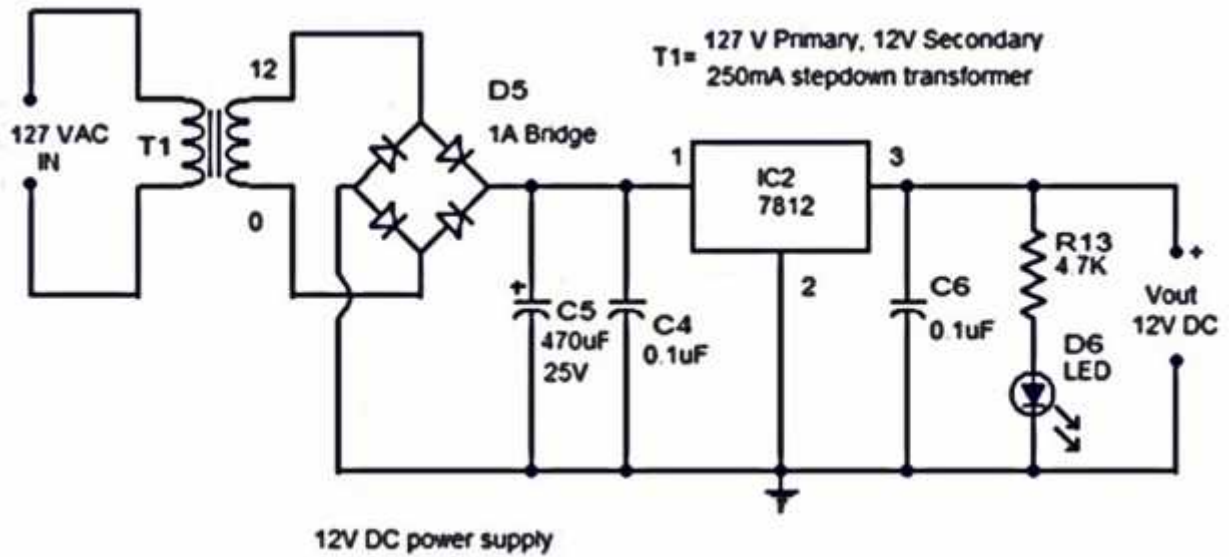
Fonte: Autor (adaptado)

Anexo 2– Circuito eléctrico da interface de potência



Fonte: Fonte: Guerreiro & Maschio (2015:36)

Anexo 3 - Circuito eléctrico da fonte de alimentação



Fonte: Guerreiro & Maschio (2015:37)

Anexo 4 - Modelo de semáforo alimentado por sistema fotovoltaico



Fonte: (Google.com/semaforosolar/imagens)

Anexo 5 - Tabela de corrente de serviço

Seção Nominal mm ²	Cor da Cobertura	Diâmetro Externo Nominal mm	Peso Aproximado kg/km	Raio Mín. de Curvatura mm	Resistência Elétrica C.C. Máx. do Condutor a 20 °C Ω/km	Ampacidade (I) A	Queda de Tensão (V) em C.C. V/A/km
1,5	■ ■ ■ ■ ■	5,4	35	22	13,7	25	38,17
2,5	■ ■ ■ ■ ■	5,9	45	24	8,21	34	22,87
4	■ ■ ■ ■ ■	6,6	60	26	5,09	45	14,18
6	■ ■ ■ ■ ■	7,4	80	30	3,39	57	9,445
10	■ ■ ■ ■ ■	8,8	120	35	1,95	79	5,433
16	■ ■ ■ ■ ■	10,1	180	40	1,24	105	3,455
25	■ ■ ■ ■ ■	12,5	300	50	0,795	140	2,215
35	■ ■ ■ ■ ■	14,0	395	56	0,565	174	1,574
50	■ ■ ■ ■ ■	16,3	555	65	0,393	219	1,095
70	■ ■ ■ ■ ■	18,7	790	75	0,277	273	0,7717
95	■ ■ ■ ■ ■	20,8	1.030	83	0,210	328	0,5851
120	■ ■ ■ ■ ■	23,0	1.250	92	0,164	385	0,4569
150	■ ■ ■ ■ ■	25,7	1.550	129	0,132	443	0,3678
185	■ ■ ■ ■ ■	28,7	1.910	144	0,108	506	0,3009
240	■ ■ ■ ■ ■	32,3	2.450	162	0,0817	606	0,2276
300	■ ■ ■ ■ ■	35,6	3.050	178	0,0654	700	0,1822
400	■ ■ ■ ■ ■	40,6	4.050	203	0,0495	842	0,1379

Fonte: (Google.com/tabeladecorrentedeservico)

Anexo 6 – Semáforo solar



Fonte:([Google.com/semaforosolar](https://www.google.com/search?q=semaforosolar))

Anexo 7: Micro-inversor solar



Fonte:([Google.com/microinversor](https://www.google.com/search?q=microinversor))

Anexo 8: Bateria gel-eco-solar 250Ah c100 solar



Fonte:(Google.com/bateriade250Ah)

Anexo 9: Micro controlador Arduino Uno R3



Fonte: Guerreiro& Maschio(2015:35)

Anexo 9: Caixa de comando de semáforo convencional



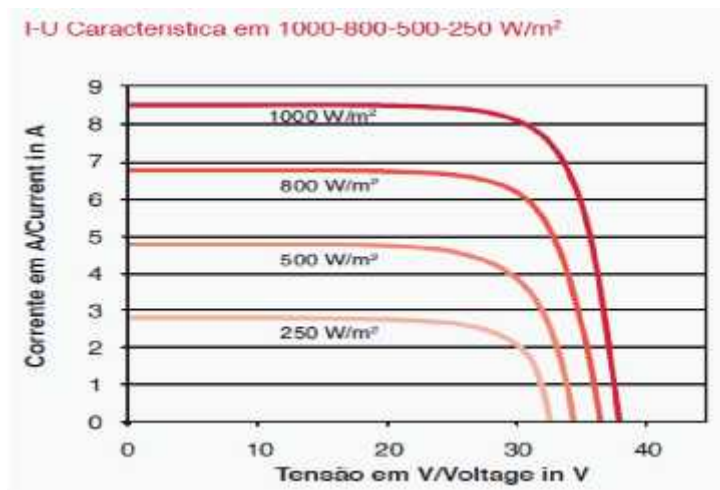
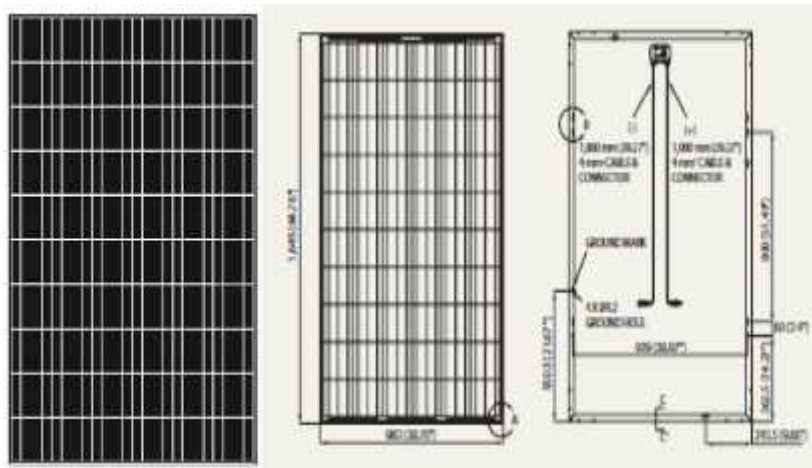
Fonte:(google.com/caixadesemaforoconvencional)

Anexo 10:Imagem de Cablagem



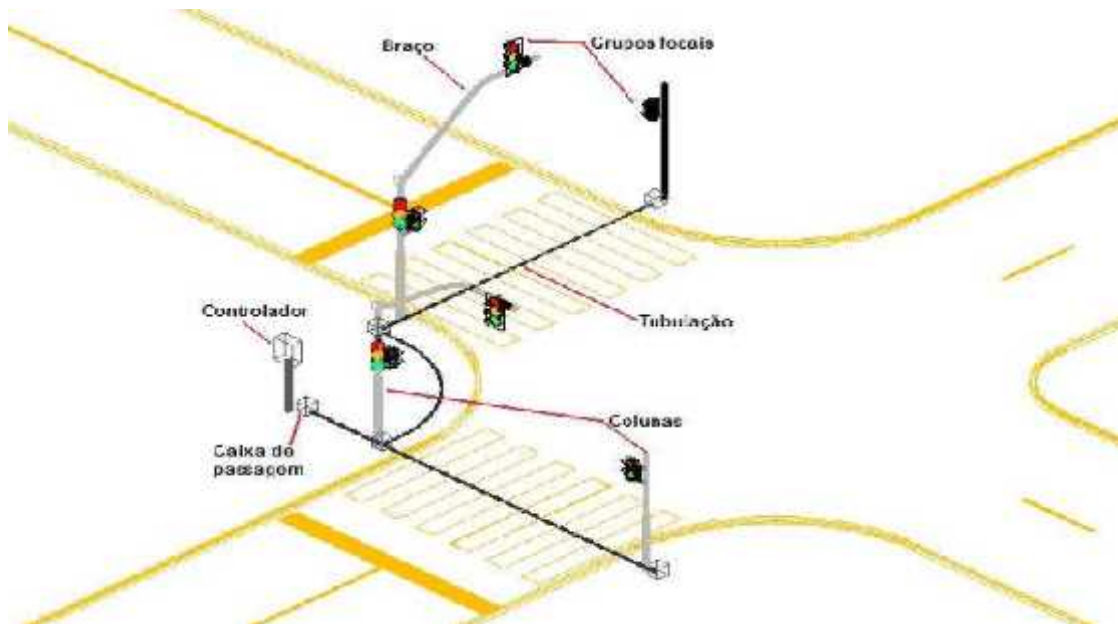
Fonte: (www.google.com/cablagem)

Anexo 11: Módulo fotovoltaico de 250W/24V



Fonte: (www.axitecsolar.com)

Anexo 12: Estrutura de do semáforo convencional num cruzamento



Fonte:(google.com/funcionamentodesemaforonumcr)

Anexo 13 - Substituição de led devido de vários cortes de energia



Fonte: autor