



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
CAMPUS MANAUS-DISTRITO INDUSTRIAL  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO



**GUILHERME DE SOUZA SAMPAIO**

**PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA QUE  
UTILIZA CÂMERAS COM ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Manaus - AM

2021

**GUILHERME DE SOUZA SAMPAIO**

**PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA QUE  
UTILIZA CÂMERAS COM ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à banca avaliadora do Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia em Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr, Ailton Gonçalves Reis

Manaus - AM

2021

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S192p Sampaio, Guilherme de Souza .

Projeto e dimensionamento de um sistema de segurança que utiliza câmara com energia fotovoltaica. / Guilherme de Souza Sampaio. – Manaus, 2021.

75 f. : il. color

TCC (Graduação em engenharia de controle e automação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

1. Câmeras de monitoramento. 2. Energia solar fotovoltaica. 3. Sistema de segurança. I. Reis, Ailton Gonçalves (orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 629.8

---

Elabora por Fc<sup>a</sup>. Amélia Frota, registro n.858 (CRB11)

GUILHERME DE SOUZA SAMPAIO

**PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA QUE  
UTILIZA CÂMERAS COM ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à banca avaliadora do Curso Superior de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia em Controle e Automação.

Manaus, 17 de Janeiro de 2022

**BANCA EXAMINADORA**



---

Orientador: Ailton Gonçalves Reis, Dr.



---

Avaliador: Alberto Luiz Fernandes Queiroga, MSc.



---

Avaliador: Luiz Henrique Portela de Abreu, MSc.

Manaus - AM  
2021

A Deus e a minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela minha vida e a vida das pessoas próximas de mim, pois devido à pandemia do COVID-19, houve alguns obstáculos no decorrer do cotidiano, além disso perdemos pessoas muito queridas acometidas pela doença.

Aos meus pais e minha irmã, que me incentivaram a continuar a pesquisa e finalizar a faculdade, me motivaram nos momentos difíceis na realização deste trabalho.

A minha avó que sempre me incentivou e orou por mim.

A meu orientador Prof. Dr, Ailton Gonçalves Reis pela confiança depositada em mim, pelas contribuições e reuniões para que pudéssemos finalizar o projeto, através das pesquisas e orientações.

Aos meus amigos e colegas pelas companhias e parcerias nos trabalhos e projetos ao longo desses anos de faculdade.

A todos os professores do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFAM – Campus Distrito Industrial, pelos ensinamentos que me proporcionaram a obtenção dos conhecimentos utilizados nesse projeto e irão proporcionar durante minha carreira profissional.

“E tudo o que pedirem em oração, se crerem,  
vocês receberão”

Mateus 21:22

## **RESUMO**

A crescente violência urbana vem aumentando a busca por sistemas de vigilâncias mais desenvolvidos, que consigam realizar um monitoramento de forma autônoma, garantindo um melhor controle e segurança. Os sistemas de que utilizam câmeras de segurança, são os mais utilizados e vem sendo aperfeiçoados todos os anos com novas tecnologias. Tornar esse sistema autônomo, é um meio de automatiza-lo. O objetivo do presente trabalho é apresentar um sistema que consiga fazer a alimentação elétrica de um sistema monitoramento por câmeras de segurança, utilizando energia solar fotovoltaica.

Palavras-Chave: Câmeras de Monitoramento. Energia Solar Fotovoltaica. Sistemas de Segurança.

## **ABSTRACT**

The growing urban violence has been increasing the search for more developed surveillance systems, which manage to carry out an autonomous monitoring, ensuring better control and security. The systems that use security cameras, are the most used and have been improved every year with new technologies. Making this system autonomous is a means of automating it. The objective of the present work is to present a system that is able to make the electrical supply of a monitoring system by security cameras, using solar photovoltaic energy.

**Keywords:** Monitoring Cameras. Photovoltaic Solar Energy. Security Systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquemática em blocos do funcionamento de um sistema CFTV.....	17
Figura 2. Exemplo de uma arquitetura de monitoramento por câmeras completo.....	18
Figura 3. Ilustração do efeito fotovoltaico em uma célula.....	25
Figura 4. Módulo fotovoltaico.....	26
Figura 5. Células fotovoltaicos de silício cristalino (c-Si) .....	27
Figura 6. Esquema de funcionamento de um sistema fotovoltaico off-grid.....	30
Figura 7. Radiação Solar Global – Média Anual – Em destaque região Amazônica.....	32
Figura 8. Radiação solar e precipitação média de 2011 a 2015.....	33
Figura 9. Trajeto pelos rios Manaus-AM até Porto Velho-RR.....	34
Figura 10. Embarcações típicas da região amazônica.....	38
Figura 11. Vistas do Lateral e Frontal Barco Empurrador.....	39
Figura 12. Vista lateral da balsa tanque.....	40
Figura 13. Marcações dos espaços e acessos convés principal.....	46
Figura 14. Direções de captura de imagens das câmeras no convés principal.....	47
Figura 15. Acessos convés superior.....	47
Figura 16. Direções de captura câmeras e acessos do convés do passadiço.....	48
Figura 17. Direções de captura câmeras, vista lateral, do convés do passadiço.....	48
Figura 18. Materiais para distribuição e conexão das câmeras.....	49
Figura 19. Rack organizador equipamentos CFTV.....	50
Figura 20. Painel posterior de conexões do DVR.....	51
Figura 21. Monitor de visualização das câmeras na embarcação.....	52
Figura 22. Distribuição dos eletrodutos no convés do passadiço.....	59
Figura 23. Fluxograma de etapas da instalação do projeto.....	60
Figura 24. Fixação das câmeras de monitoramento.....	60
Figura 25. Instalação do painel solar.....	61
Figura 26. Organização dos equipamentos no Rack CFTV.....	61

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Rendimento médio obtidos em células e módulos fotovoltaicos.....	28
Tabela 2. Dados da irradiação solar durante itinerário Manaus – AM /Porto Velho - RR.....	35
Tabela 3. Dimensões características de balsas tanques da região amazônica.....	40
Tabela 4. Materias para distribuição do cabeamento pela embarcação.....	50
Tabela 5. Consumo dos equipamentos do sistema de monitoramento.....	56
Tabela 6. Material para instalação elétrica do painel fotovoltaico.....	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Formatos de câmeras de monitoramento.....	20
Quadro 2. Especificações dos equipamentos para monitoramento e gravação.....	48
Quadro 3. Características dispositivo de captação de sinal de internet.....	51
Quadro 4. Entradas e Saídas DVR.....	52
Quadro 5. Configuração para acesso ao Intelbras <i>Cloud</i> .....	53
Quadro 6. Equipamentos para sistema de geração de energia fotovoltaica.....	57

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1	SISTEMA DE SEGURANÇA POR CÂMERAS DE VIGILÂNCIA .....	16
2.1.1	Circuito Fechado de Televisão.....	16
2.1.2	Câmeras de Segurança .....	19
2.1.3	Unidades de Processamento de Imagem .....	20
2.1.4	DVRs .....	21
2.1.5	Posicionamento das Câmeras de Vigilância .....	22
2.2	GERAÇÃO DE ENERGIA .....	24
2.2.1	Sistemas Fotovoltaicos .....	24
2.2.2	Composição dos módulos fotovoltaicos.....	26
2.2.3	Eficiência das células fotovoltaicas.....	28
2.2.4	Sistemas Autônomos de Geração de Energia .....	29
2.2.5	Irradiação Solar na Região Amazônica .....	32
2.3	TRANSPORTE AQUAVIÁRIO NA AMAZÔNIA .....	35
2.3.1	Tipos de Embarcações .....	36
2.3.2	Transporte de granéis líquidos na Amazônia.....	38
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
3.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	42
3.1.1	Dimensionamento elétrico do sistema CFTV com energia fotovoltaica .....	42
<b>4.</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
4.1	ESPECIFICAÇÕES DO CLIENTE .....	45
4.2	PROJETO CFTV DA EMBARCAÇÃO .....	45
4.2.1	Distribuição das Câmeras de Monitoramento na Embarcação.....	46
4.2.2	Demanda de carga.....	56
4.3	INSTALAÇÃO DO PROJETO .....	59
4.4	RESULTADOS OBTIDOS .....	62
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
5.1	TRABALHOS FUTUROS .....	64
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>

<b>ANEXO 1.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>73</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, estão presentes todos os fatores que impactam no aumento da criminalidade, entre eles destaca-se a desigualdade na distribuição de renda, a qual gera fome, desemprego, falta de oportunidades de trabalho, dentre outros. Isso é fato de amplo debate entre a sociedade e os legisladores. (JARDWSKI, 2011).

Algumas soluções são apresentadas, entretanto, muitas vezes a eficiência das mesmas é questionada, fazendo com que a segurança pública e privada busque providências mais eficazes, a partir do uso de novas tecnologias, visando proporcionar maior segurança ao cidadão. (JARDWSKI, 2011).

Consoante a Javed e Shan (2008), a implantação de sistemas de vigilância desperta o interesse de diversas áreas, tanto na pesquisa com relação a melhorias da tecnologia atual, quanto na indústria ao redor do mundo. Tendo como objetivo aumentar a segurança, a partir de aplicações tais como: segurança nacional, segurança domiciliar e bancária, monitoramento de tráfego e navegação, aplicações militares, entre outras.

A segurança patrimonial sempre foi uma preocupação nas sociedades em geral. Baseado nesta premissa, hoje tem diversas aplicações na área, sendo uma delas o monitoramento de câmeras de segurança que utiliza Circuito Fechado de TV (CFTV) que engloba vários tipos de sistemas e uma topologia alternativa que está ganhando muito espaço no mercado internacional, é a topologia CFTV baseada em *Internet Protocol* (IP) na qual o processamento não é mais centralizado em uma unidade de controle ou *Personal Computer* (PC), mas sim distribuído nas câmeras e no sistema, utilizando uma base de conexão direta a rede *Ethernet* ou IP (FERREIRA, 2010).

A utilização de um sistema de monitoramento por câmeras tem como principal vantagem a de minimizar as situações de furto e roubo que ocorrem dentro de uma propriedade. Quando se utiliza um equipamento com boa resolução de imagem, é possível apurar, posteriormente, ocorrências e identificar culpados com maior precisão. No entanto, cabe salientar, que a existência de um sistema de câmeras por si só, pode não representar obstáculo para os criminosos, mas é fato que pode, de certo modo, impedir e desencorajar suas ações.

Cabe chamar atenção, no entanto, que esses recursos de segurança necessitam de uma fonte de energia constante, para isso têm sido desenvolvidas novas formas de gerar energia, as quais estejam em consonância com a preservação do meio ambiente visto que para gerar esse

tipo de energia exige grande volume de recursos naturais. Assim um dos meios mais sustentáveis para obtenção desse tipo de energia “limpa” é o uso da radiação solar, onde módulos fotovoltaicos realizam a conversão da energia da luz do sol em energia elétrica (DEUS, 2016).

A insegurança nos rios da Amazônia, por ações criminosas, ocasiona alterações no transporte fluvial, faz os proprietários de embarcações optarem pela segurança armada e investimento em tecnologia (CAVALCANTE, 2019). O Transporte náutico é um dos mais utilizados no mundo, sendo assim a segurança em embarcações deve ser fator de suma importância, é um tópico que precisa de atenção e ser bem trabalhado pelas empresas de navegação e também pelos trabalhadores (CHAVES, 2020).

Apesar de não receber o volume de investimentos que o Estado do Amazonas requer, a navegação fluvial é ainda a principal responsável pelo escoamento da produção e da sobrevivência de muitos municípios e da própria capital amazonense em escala um pouco menor. Está totalmente ligada ao desenvolvimento econômico da região, sendo até hoje o principal meio de transporte desta região e, em algumas localidades, o transporte fluvial é o único responsável tanto pelas trocas comerciais, quanto pela locomoção de pessoas (MEDEIROS, 2012).

Assim, com esse aumento do interesse pela vigilância, criar e implementar sistemas de vigilância visuais inteligentes ou automatizados, torna-se necessário. Nesse contexto, a pergunta que este trabalho busca responder é: “como a energia fotovoltaica pode ajudar, no monitoramento de câmeras para segurança nas viagens fluviais na Amazônia, a fim de que não haja interrupções nessa segurança?”.

Para tanto, hipotetizamos que, uma das soluções seja tornar a alimentação elétrica do sistema de filmagens por câmeras de segurança independente ou com mais de uma opção de alimentação elétrica. De maneira independente, a partir de um sistema isolado tendo como fonte a energia solar fotovoltaica, armazenada em baterias, faz com que se torne um sistema mais efetivo. Com opções de alimentação, a partir de geradores elétricos ou energia elétrica fotovoltaica, assim mesmo que falte energia de uma das fontes, ou que seja interrompida a energia de forma criminosa de um estabelecimento o sistema de câmera continua atuando, utilizando câmeras possuindo infravermelho, dessa forma realizando as filmagens até mesmo no escuro.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral projetar um sistema de vigilância com o uso de câmeras para realizar o monitoramento, sem interrupção, em embarcações capazes de alternar entre a energia armazenada nas baterias gerada pelas placas solares e o

gerador elétrico da embarcação ou totalmente independente desta fonte de energia, o que pode resultar em um sistema autônomo e mais efetivo na segurança.

Deste objetivo geral decorrem quatro outros específicos, quais sejam: a) investigar os sistemas autônomos de geração de energia solar fotovoltaica; b) investigar os meios de transporte fluviais nos rios do Amazonas; c) Projetar o sistema de alimentação elétrica do sistema das câmeras de vigilância; d) instalação desse sistema em uma embarcação.

Os referenciais teóricos utilizados nesse trabalho estão baseados em trabalhos de autores que tratam da temática em questão, tais como: Bueno e Costa (2011), Ferreira (2014), Martins (2013), Barbosa (2017), Patrício (2007) entre outros autores que tratam da temática sistemas autônomos de geração de energia, sistemas de vigilância a partir do CFTV, segurança das embarcações de transporte de cargas nos rios do Amazonas, integração de sistemas CFTV em processos de automação e as inovações tecnológicas dos recursos utilizadas nesse trabalho.

A metodologia segue as características dos diferentes tipos de pesquisa, sua natureza, seus objetivos e seus procedimentos. Com os procedimentos metodológicos será apresentado as principais características dos sistemas de geração de energia fotovoltaica e dos sistemas CFTV, que serão unificados, junto com todo o projeto para o funcionamento do sistema de vigilância em uma embarcação de carga.

Os resultados mostram a viabilidade da aplicação desse projeto e a sua contribuição com sua utilização desse sistema em embarcações de transporte de cargas, como barcos empurradores de balsas tanques. Além de mostrar o dimensionamento e instalação dos materiais e equipamentos para realização desse trabalho com os disponíveis no mercado, como também a instalação. Ademais é feito um estudo sobre a irradiação solar na região Amazônica, em um trajeto específico, apresentado as tecnologias de geração de energia fotovoltaica, desde as mais acessíveis até as com maiores custos, que geralmente são as com melhor eficiência, adotou-se essas nesse projeto, devido a eficiência desses equipamentos garantirem melhor segurança para funcionamento do sistema e monitoramento.

Isto posto, cabe apresentar a formatação desse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na quantidade de cinco capítulos começando com essa própria Introdução onde apresentamos todos as características da pesquisa realizada, tais como: Tema, Delimitação do Tema, Problemática, Hipóteses, dentre outras. Capítulo 2 com o referencial teórico, mostrando os principais conceitos e tecnologias dos sistemas de CFTV, dos sistemas de geração de energia fotovoltaica, dados sobre a irradiação solar na região Amazônica e dos tipos de embarcações utilizadas nessa mesma região. No Capítulo 3, é definido a metodologia de pesquisa utilizado

e os procedimentos metodológicos. O Capítulo 4, resultados e discussões expõe todo o projeto e dimensionamento para uma embarcação específica junto com os equipamentos e materiais necessários para instalação. Por fim, temos o Capítulo 5 com as considerações finais do trabalho desenvolvido.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico busca expor os principais conceitos e tecnologias que serão utilizados nesse trabalho, começando pela composição do sistema de segurança, arquitetura e principais soluções em resposta à pergunta problema do trabalho, começando pelos sistemas de segurança e sua composição, e ir até geração de energia a solução que será utilizada nesse trabalho, além de mostrar os tipos de embarcações mais utilizados na região amazônica através de trabalhos de autores relacionados com o tema proposto.

### 2.1 SISTEMA DE SEGURANÇA POR CÂMERAS DE VIGILÂNCIA

As câmeras de vigilância têm por objetivo a aquisição de imagens, transformando as mesmas em uma série frames<sup>1</sup>, para que em seguida sejam transmitidas para uma tela e exibidas tão rapidamente que o olho percebe como imagens em movimento (DAMJANOVSKI, 2005). As câmeras são conectadas ao dispositivo de visualização e gravação, a fim de gravar as imagens capturadas em um disco rígido, esse processo completo é realizado por um sistema CFTV.

#### 2.1.1 Circuito Fechado de Televisão

CFTV é a sigla para circuito fechado de televisão, que é a tradução para o português do termo em inglês *Closed Circuit TeleVision* ou simplesmente CCTV que é um sistema de televisionamento que captura e distribui sinais provenientes de câmeras localizadas em locais específicos, para pontos de supervisão pré-determinados. Os sistemas de CFTV normalmente utilizam câmeras de vídeo especializadas para obter imagens de locais específicos, cabos e sistemas para a transmissão das imagens, processadores de vídeo para concentração e processamento das imagens das câmeras, gravadores para armazenamento, monitores para a visualização e diversos outros acessórios com funções especiais (PERES, 2009).

O esquema apresentado na figura abaixo demonstra o funcionamento de um sistema CFTV. A composição desse sistema é representada pelos blocos do esquema a seguir baseados nas definições de Kruegle (2007), que separa em partes o funcionamento de um sistema CFTV.

---

<sup>1</sup> Frames é cada uma das imagens fixas de um vídeo, ou seja, um vídeo é uma sequência de frames por segundo.

Figura 1 - Esquemática em blocos do funcionamento de um sistema CFTV.



Fonte: Próprio Autor (2021).

O bloco de aquisição de imagem é formado pelo conjunto lente e câmera. As câmeras funcionam com uma luz com fonte de iluminação, seja natural ou artificial, refletindo os objetos presentes na cena observada. As lentes do sistema realizam a coleta da luz da cena visível, formando assim a imagem nos sensores da câmera. Os sensores da câmera, por sua vez, convertem a imagem formada pelas lentes em sinais elétricos adequados para serem transmitidos aos demais equipamentos do sistema, tais como os monitores remotos e gravadores (KRUEGLE, 2007).

A transmissão que está atrelada como meio de comunicação entre o bloco de aquisição e o processamento das imagens estão presentes em todo o sistema CFTV, conectando devidamente cada equipamento que compõe o sistema. Essa transmissão que leva os sinais elétricos gerados na câmera para o restante do sistema. Dependendo dos equipamentos utilizados para transmissão, os sinais podem ser analógicos ou digitais. Os tipos mais comuns de transmissão podem ser divididos em guiados, abrangendo o cabo coaxial, o cabo par trançado com a sigla em inglês, Unshielded Twisted Pair (UTP), o cabo de fibra ótica; e não guiados, abrangendo as transmissões por rádio frequência, transmissão por micro-ondas e as transmissões por infravermelho (IR). Em nosso trabalho a transmissão será feita pelo cabo coaxial bipolar, que além de realizar a transmissão do vídeo, através da conexão coaxial, realiza a alimentação elétrica do equipamento (KRUEGLE, 2007).

A próxima etapa do sistema refere-se à apresentação das imagens capturadas em um equipamento monitor. Esses equipamentos convertem o sinal elétrico recebido de volta às imagens visíveis capturadas pelas câmeras. Geralmente é utilizado algum tipo de monitor (KRUEGLE, 2007).

A etapa final de um sistema genérico de CFTV abrange as tarefas de gravação das imagens, que são armazenadas em um equipamento específico para esse fim. Os sistemas de

CFTV mais modernos, utilizam disco rígido magnético ou disco rígido SSD (estado sólido) para gravação, além de permitirem backup de cenas gravadas diretamente em armazenamento na nuvem, através de conexão com a rede de internet (KRUEGLE, 2007).

O Sistema de Circuito Fechado de TV – CFTV, tem como objetivo possibilitar o monitoramento de vários locais em um único ponto, centralizando o gerenciamento e facilitando a tomada de decisões. Atualmente os Sistemas de CFTV são utilizados nos mais diversos locais, sempre tendo como função principal o auxílio ao gerenciamento (Controle). (PROCURADORIA REGIONAL DO TRABALHO 19ª REGIÃO, 2006, p. 4).

Assim para que o sistema de monitoramento CFTV seja possível, há uma vasta gama de equipamentos no mercado, desde o uso de simples webcams, visualização restrita apenas em um equipamento, até opções mais flexíveis que nos permitem o acesso através de navegadores da internet ou aplicativos que permitem o acesso as imagens de qualquer computador, notebook ou outro dispositivo móvel como um celular. Todas essas possibilidades com o intuito de auxiliar no controle do monitoramento de algum bem específico.

Figura 2 - Exemplo de uma arquitetura de monitoramento por câmeras completo.



Fonte: Souza et al. (2017).

A figura 1 mostra um exemplo de uma arquitetura completa de um monitoramento por câmeras, utilizando além de alguns diferentes tipos de câmeras, um aparelho *DVR Stand Alone*, ou seja, não precisa de uma interface como computadores para funcionar, ele sozinho é

responsável por gravar imagens e áudio, além de controlar as câmeras e fazer a conexão destas com os dispositivos de acesso e com a internet, gerenciando a monitoração.

O sistema de CFTV não é aplicado somente com propósitos de segurança e vigilância, também é utilizado em outros campos como laboratórios de pesquisa, escolas ou empresas privadas, na área médica, assim como nas linhas de produção de fábricas para controle de processos.

### **2.1.2 Câmeras de Segurança**

Em um sistema de CFTV, podem ser classificadas as câmeras como elemento sensor do processo. Existem diversos modelos de câmeras de segurança, dentre os quais se podem destacar: mini câmeras, câmeras profissionais, câmeras com infravermelho, câmeras PTZ (*Pan, Tilt, Zoom*) e câmeras IP (*Internet Protocol*).

As câmeras PTZ são equipamentos que podem ser movimentados através de um controlador com a finalidade de se alterar a cena de acordo com a necessidade momentânea. Podem ser movimentadas na vertical e horizontal, além de possuir o recurso de zoom, que pode aproximar a cena e exibir detalhes com maior definição. Além do circuito eletrônico, as câmeras PTZ possuem um sistema mecânico complexo, para executar os comandos de movimentação com perfeição.

As câmeras com infravermelho são as mais comuns, pois seu custo é mais acessível e o método de instalação é universal entre os técnicos (SOUZA et al., 2017). Sua principal vantagem se encontra em obter filmagens independentes do horário, ou seja, de dia ou à noite podemos obter filmagens com boa qualidade, a característica do infravermelho está associada mais como um recurso utilizado em diferentes tipos de câmeras, para capturar as imagens em diferentes situações com ou sem iluminação.

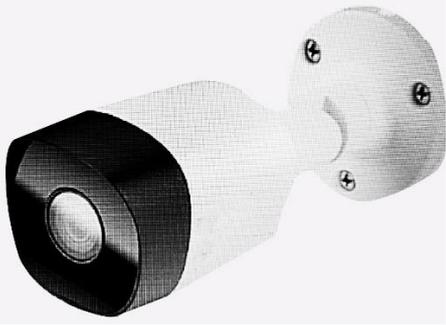
Segundo Mirzaev e Dyshakov (2020) as câmeras também são divididas em câmeras analógicas e digitais. Os primeiros são para a criação de vídeo rede de vigilância, por serem baratos, fáceis de instalar e usar, resistentes a hackers e sem atrasos na transmissão de dados. Se você usar câmeras de novos padrões com imagens de alta resolução, como HDCVI, HD-TVI ou AHD, você pode obter boa qualidade de imagem, tecnologias essas que unem a qualidade da imagem em HD ou Full HD com a transmissão analógica, via cabos.

As digitais como as câmeras IP são equipamentos que transmitem áudio e vídeo para um computador ou diretamente para a Internet. Com a ajuda de softwares que as acompanham, é possível ver nas telas diversas imagens ao vivo e simultaneamente, ou ser avisado por e-mail caso as câmeras detectem algum movimento fora do normal (PINHEIRO,

2006). As câmeras IP podem agregar os *hardwares* de mini câmeras, câmeras profissionais, canhões de infravermelho. O que há de diferente nestes dispositivos é que, ao invés de disponibilizar a imagem como sinal analógico, há uma conversão para o protocolo TCP/IP, capaz de transmitir as imagens por internet/intranet, sem a necessidade de cabos.

Os tipos de câmeras mais comuns são as com os formatos do tipo *dome* e *bullet*, quadro 1, a principal diferença entre elas é o local de instalação e o formato delas enquanto uma é mais discreto a outra é mais evidente no local onde está instalada. De acordo com as definições fornecidas pela Intelbras (2018) a seguir:

Quadro 1 – Formatos de câmeras de monitoramento *Dome* e *Bullet*.

	<p>As câmeras <i>dome</i> recebem esse nome pelo seu formato que lembra uma doma. São bastante difundidas no mercado brasileiro por sua principal característica: são pequenas e discretas. Geralmente são instaladas no teto e na parede de espaços internos, como comércios, recepções e elevadores, pois são equipamentos que chamam menos atenção. Alguns modelos como as metálicas são as mais resistentes e são ideias para espaços como os das lojas de conveniência. Alguns modelos contam com infravermelho ou ainda com uma cápsula de segurança que protege a lente. Isso impede a identificação da direção em que as imagens são capturadas.</p>
	<p>As câmeras <i>bullet</i> tem esse nome por lembrarem o formato de uma bala de arma de fogo. Esse tipo de câmera de segurança é ideal para espaços externos, principalmente para os locais onde se deseja evidenciar a presença do equipamento no ambiente, reforçando a sensação de segurança. Esse tipo se adapta na maioria das aplicações de CFTV, tendendo a ser menos usada em ambientes internos, para não deixar o equipamento tão aparente, prefere-se os modelos do tipo <i>dome</i>.</p>

Fonte: Adaptado de dados da Intelbras (2018).

As câmeras de vídeo podem ser classificadas também com a qualidade da imagem que elas capturam, podendo ser colorida ou em preto e branco. A vantagem das câmeras coloridas é a riqueza dos detalhes da cena, pois exibem a imagem com as devidas colorações do ambiente. Já as câmeras em preto e branco exibem as imagens com maior nitidez, principalmente em ambientes com pouca luminosidade (BUENO; COSTA, 2011).

### 2.1.3 Unidades de Processamento de Imagem

As placas de captura de vídeo possuem a função de capturar o sinal de vídeo proveniente das câmeras e oferecer as imagens ao usuário através de um software especializado, sendo que quase todos os PCs podem ser usados para o vídeo monitoramento. Além disso, as imagens instantâneas podem ser armazenadas em um disco rígido e transmitidas através de uma conexão com a internet, conectada ao PC (computador pessoal) (DAMJANOVSKI, 2005).

As placas de captura dedicadas ao CFTV utilizam os PCs como plataforma principal para processar e armazenar as imagens. Os modelos mais comuns utilizam o barramento PCI das placas-mãe para interagir com o sistema operacional instalado no PC. A partir de um software exclusivo para cada modelo, as placas de captura garantem uma grande versatilidade de recursos ao usuário do sistema de segurança, transformando assim o conjunto “placa de captura + PC” em um DVR (gravador de vídeo digital).

O processamento de vídeo, que pode ser um conjunto, placa de captura, DVR, etc. Após o bloco de processamento de vídeo temos o bloco de gravação que normalmente nos sistemas analógicos é uma unidade separada (*time-lapse*), já nos sistemas digitais quase sempre é parte integrante do processamento (DVR ou placa captura). Por último temos a interface de visualização e controle, ou seja, onde teremos a visualização das imagens e controle do sistema (monitor, teclado, mouse, interface).

#### **2.1.4 DVRs**

Consoante a Peres (2009), os equipamentos responsáveis pelo processamento e gravação das imagens, é conhecido como DVR *Stand Alone*, são hardwares autônomos especializados e desenvolvidos para captura, compactação de imagens, gravação, gerenciamento de operações, controle de periféricos, entre outras atividades. Têm recursos e placas devidamente projetados para suas aplicações e funções específicas. Dessa forma, possuem somente os componentes de hardware essencialmente necessários, dedicados para operações específicas. A alta robustez de hardware é a principal característica desses equipamentos, que contam com componentes projetados de forma a executarem somente funções específicas para a aplicação. Essa característica torna os equipamentos seletivos em nível de compatibilidade e operação, restringindo as variações de configuração e operações. O suporte a dispositivos externos fica limitado aos equipamentos testados e integrados em nível de software pelo fabricante. Mas, em contrapartida, esta limitação torna o sistema robusto por utilizar hardware efetivamente testado e recomendado pelo fabricante, sendo o uso destes

dispositivos certificados altamente recomendado. Atualmente, a maioria dos equipamentos permite que esse suporte a dispositivos e funções seja ampliado através de uma simples atualização de firmware (PERES, 2009).

### **2.1.5 Posicionamento das Câmeras de Vigilância**

Bezerra (2012) lista alguns dos fatores principais que agravam o problema de dimensionamento inadequado dos projetos CFTV, quais sejam: a utilização de equipamentos de baixa qualidade, ausência de amparo profissional especializado na especificação da melhor solução a ser adquirida, posicionamento inadequado das câmeras de segurança, condições de iluminação ambiente não controladas e a geração de imagens com baixa resolução espacial.

Para Park (2009) alguns desses fatores se destacam: primeiro o de iluminação do ambiente, pois as câmeras de vigilância instaladas em ambientes externos sofrem com as variações de iluminação natural como dias ensolarados, dias nublados e períodos noturnos. Essas variações nas condições de iluminação impactam negativamente no desempenho do sistema. O segundo fator é a baixa resolução espacial que está diretamente ligada com a qualidade da imagem gravada e área total de visualização, a maioria dos sistemas de segurança visa, geralmente, a utilização de um campo de visão amplo para cobrir a maior área possível do perímetro de segurança, com isso ocorre a perda da qualidade da imagem capturada.

A eficiência das câmeras de vigilância do sistema CFTV é diretamente influenciada por sua instalação, independente de investir em produtos altamente tecnológicos, se no momento da instalação desses equipamentos não houver uma mínima noção sobre qual é a maneira correta de posicioná-los. Para isso podemos seguir algumas etapas definidas pelo Grupo Avantia<sup>2</sup>, especializado em tecnologia de seguranças, em para a correta instalação:

Primeiramente deve-se realizar uma análise de risco, dos locais mais suscetíveis a ações criminosas, ou seja, quais são os fatores de riscos aos quais sua empresa está exposta. Geralmente, os focos para vigilância são: entrada, acesso dos fundos, ambientes com objetos de valor e locais com grande fluxo de pessoas. É importante se atentar que cada um desses pontos é variáveis e muda de acordo com cada organização. Por exemplo uma empresa pode ter mais vulnerabilidade no perímetro externo e necessitar de maior número de câmeras nos muros, em comparação com outra que pode ter mais riscos em seus corredores internos e

---

<sup>2</sup> Grupo Avantia é uma empresa especializada em integrar soluções de tecnologia para a área de segurança eletrônica.

entradas das salas, necessitando de mais câmeras nos arredores de portas e janelas internas. Assim não existe um padrão a ser seguido dos locais exatos a serem monitorados e quais exigem atenção especial. Diante disso cada projeto deve ser analisado especificamente, levando em conta características como o tipo de planta, ramo de atuação, insumos manipulados, quantidade de funcionários, entre outras características da organização (GRUPO AVANTIA, 2017).

Outro fator importante na instalação é a altura de posicionamento da câmera, esse fator interfere diretamente na qualidade da imagem capturada e na preservação do equipamento, pois se o equipamento estiver posicionado muito baixo expõe ao vandalismo e outros tipos de danos, por outro lado em posições mais altas irão exigir uma resolução superior e uma boa iluminação. A altura depende do tipo de vigilância, da área a ser monitorada e do equipamento a ser utilizado. O ideal é que a altura não seja facilmente alcançada e que não limitem o campo de visualização (GRUPO AVANTIA, 2017).

Instalação em áreas internas e externas cada uma tem seus requisitos mínimos necessários. Para áreas internas os riscos a exposições climáticas são bem menores comparado a áreas externas, fator que se deve levar em consideração é a altura da instalação. Para áreas externas é importante que o equipamento seja próprio para as condições externas que será exposto, enquanto a instalação, o recomendável é posicioná-los na direção contrária à luz do sol, pois os raios solares podem superaquecer o sensor das câmeras, se possível sempre posicionar de forma que a energia solar atinja um ângulo indireto (GRUPO AVANTIA, 2017).

Um dos fatores que se deve ter maiores cuidados na instalação das câmeras de monitoramento é com a iluminação do local onde serão posicionadas. Além do superaquecimento do equipamento, explicado anteriormente, a luz solar externa também pode interferir na visibilidade de algum ponto a ser monitorado, ficando esse prejudicado por horas até que o Sol mude de posição. Assim a recomendação é posicionar a câmera contra a luz natural ou, pelo menos, apontá-las em um ângulo indireto continua valendo para trazer nitidez às imagens captadas. Ademais os equipamentos devem estar preparados para funcionarem em períodos noturnos, alguns contam com infravermelho, que torna possível a obtenção das imagens nos períodos noturnos, também é possível complementar a visibilidade, quando as câmeras não possuem essa tecnologia, com o uso de fontes de luz, como refletores ou pontos de lâmpadas, é importante posicioná-los de forma que não causem interferência como picos de luminosidade na imagem gravada pela câmera (GRUPO AVANTIA, 2017).

## 2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA

A principal fonte de energia mundial é a derivada do petróleo, sendo que atualmente existem outras formas de adquirir energia como a solar, eólica, biomassa, hidráulica, carvão mineral, gás natural entre outras. Entretanto a energia de derivados fósseis continua como predominante no nosso mundo, sendo essa um recurso finito e que afeta negativamente o meio ambiente. Atualmente, com o aumento da população, o surgimento de novas tecnologias e indústrias, a demanda energética só aumenta conforme os anos, buscar novas fontes de energia torna-se necessário (BORGES et al., 2017).

Dentre as fontes de energia renováveis a que tem um grande crescimento nos últimos tempos é a energia solar fotovoltaica, pois torna viável a geração de energia elétrica de forma distribuída, sem a necessidade de extensas linhas de transmissão, por ser uma fonte silenciosa, de fácil instalação em sistemas de diferentes potências e podendo integrar-se facilmente em edificações urbanas (RUTHER, 2004).

Assim um sistema fotovoltaico pode ser utilizado e instalado em diferentes tipos de propriedades tanto construções estáticas como residências, quanto móveis como carros ou embarcações. Além disso, esse tipo de energia deriva de uma fonte inesgotável, pois a radiação solar que incide na Terra em apenas um ano é dez mil vezes maior, que a demanda necessária para esse mesmo período. O Brasil tem a vantagem de estar localizado na zona intertropical, registrando níveis mais elevados de irradiação solar ao longo do ano em comparação com outros países que já utilizam essa tecnologia, além do fato que a implantação desse sistema tem poucas manutenções e uma vida útil estimada em vinte e cinco anos (TORRES, 2012).

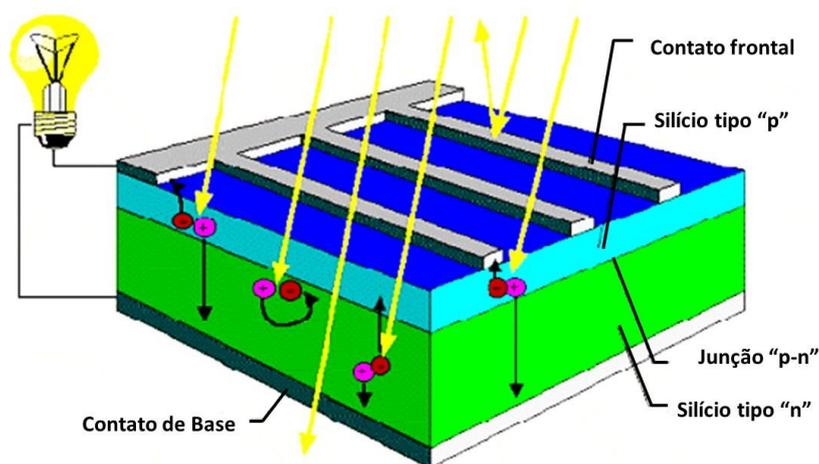
### 2.2.1 Sistemas Fotovoltaicos

Um dos processos de aproveitamento da luz solar mais utilizado é o fotovoltaico. Com o propósito de gerar energia elétrica, esse processo se dá a partir da conversão direta da luz solar em eletricidade, por meio do efeito fotovoltaico.

No efeito fotovoltaico é utilizado um material semicondutor adaptado para liberar elétrons, partículas que são carregadas negativamente. As células fotovoltaicas possuem, no mínimo, duas camadas de silício, sendo esse o semicondutor mais comum utilizado para fabricação dos módulos solares, estes são carregados positivamente ou negativamente. Como Machado e Miranda (2014) explicam a geração de energia ocorre, na junção p-n no material, ou seja, a justaposição do material do tipo p com o material do tipo n, surge um campo

elétrico permanente na região da junção. Esse campo elétrico se forma devido ao fluxo de elétrons livres no lado n (carregado negativamente) para o lado p (carregado positivamente), tornando o lado n carregado positivamente e o lado p carregado negativamente. A figura 3, ilustra que ao ser exposto à luz, alguns elétrons desse material da célula, entre a junção das duas camadas, ficam mais energéticos devido à absorção de fótons, representado pelas setas amarelas.

Figura 3 – Ilustração do efeito fotovoltaico em uma célula.



Fonte: CRESESB/CEPEL (1999).

Com essa energia extra, os elétrons são acelerados, gerando uma corrente através da junção. Esse fluxo de corrente dá origem à diferença de potencial entre as duas faces da junção p-n, assim, gera-se a corrente contínua. O fluxo de eletricidade é maior quando há maior incidência de luz e depende da densidade das nuvens para gerar energia e, portanto, em dias nublados há geração de energia. Então em dias com menos nuvens ou totalmente claros a eficiência de geração de energia é maior, comparados aos dias nublados, mas mesmo nesses dias é gerado energia.

Figura 4 – Módulo fotovoltaico.



Fonte: Machado e Miranda (2014).

Para coletar a eletricidade gerada utilizam-se filamentos condutores conectados em cada lado das células, que fecham o circuito, Figura 3, representados pelo contato frontal e contato base, tornando a eletricidade gerada aproveitável. Para formação dos módulos comercializáveis, como mostrado na Figura 4, as células são conectadas em série através desses filamentos condutores e encapsuladas em folhas de acetato de vinil etileno (EVA), e então recebem uma cobertura frontal de vidro temperado e uma proteção, na parte posterior, de um filme de fluoreto de polivinila (PVF). Esse conjunto laminado é montado em um perfil metálico, geralmente alumínio.

### 2.2.2 Composição dos módulos fotovoltaicos

As pesquisas para o avanço na busca por novos materiais e combinações de tecnologias para melhor eficiência nos sistemas fotovoltaicos encontram-se em crescente utilização. O silício (Si) é o principal material na fabricação das células fotovoltaicas (FV), e se constitui como o segundo elemento químico mais abundante na terra. O mesmo tem sido explorado sob diversas formas: cristalino, policristalino e amorfo (CEMIG, 2012).

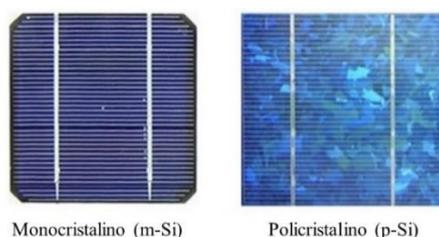
As tecnologias utilizadas na fabricação das células fotovoltaicas são classificadas em três gerações. Sendo a primeira a mais utilizada, representando 85% do mercado, por ter a melhor eficiência, ser a tecnologia com maior confiabilidade e estar bastante difundida no mercado atual. Essa tecnologia é composta por silício cristalino (c-Si), dividido em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si) (CEPEL; CRESESB, 2014).

A maioria dos módulos fotovoltaicos de silício monocristalino, também denominados de células, são obtidos a partir de fatias de um único grande cristal, mergulhados em silício fundido (MIRANDA, 2015). Neste processo, o cristal recebe pequenas quantidades de boro formando um semicondutor dopado do tipo “p”. A esse semicondutor, após seu corte, é introduzido impurezas do tipo “n”, expostas a vapor de fósforo em fornos com altas

temperaturas, garantindo confiabilidade e eficiência aos produtos (CEPEL; CRESESB, 2004; CEMIG, 2012).

Segundo Ruther (2004), a eficiência do módulo fotovoltaico p-Si é menor que a do silício monocristalino, mesmo sendo fabricados pelo mesmo material. Isto, pois, ao invés de ser formado por um único cristal, este é fundido e solidificado, resultando em um bloco com grandes quantidades de grãos ou cristais, concentrando maior número de defeitos. Em função destes, o seu custo é mais baixo quando comparados às células monocristalinas. Na figura abaixo é apresentado os dois tipos.

Figura 5 – Células fotovoltaicas de silício cristalino (c-Si).



Fonte: Cepel (2013).

A segunda geração, também chamada de filmes finos, é dividida em três cadeias: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe). Essa geração tem menor eficiência comparada a da primeira geração, além de ter pouca disponibilidade de material, vida útil e no caso cádmio ser tóxico que dificulta a produção em larga escala (CEPEL; CRESESB, 2014).

Diversos estudos elaborados nesta área têm direcionado a fabricação dos filmes finos a utilizarem diferentes materiais semicondutores e técnicas de deposição. Por exemplo, em camadas finas de materiais silício e outros, sob uma base que pode ser rígida ou flexível. Entre os materiais mais estudados estão o silício amorfo (a-Si) (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

Em comparação às demais tecnologias fotovoltaicas, os filmes finos apresentam a grande vantagem de consumir menos matéria prima e menos energia em sua fabricação, tornando muito baixo o seu custo. Além disso, a reduzida complexidade na fabricação torna mais simples os processos automatizados, favorecendo sua produção em grande escala (VILLALVA; GAZOLI, 2012). Apesar dessas vantagens, “convertem fótons em elétrons de forma menos eficiente do que as células de cristais únicos de silício” (GORE, 2010, p.70).

A terceira e atual geração de acordo com o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) como: “[...] a terceira geração deve ser altamente eficiente, possuir baixo custo/watt e utilizar materiais abundantes e de baixa toxicidade.” (IEEE, 2014)

Essa geração encontra-se em fase de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e produção em baixa escala. As células desenvolvidas podem ser divididas em três linhas de pesquisa: a célula fotovoltaica multijunção e célula fotovoltaica para concentração (CPV – *Concentrated Photovoltaics*), células sensibilizadas por corante (DSSC - *Dye-Sensitized Solar Cell*) e por fim, as células orgânicas ou poliméricas (OPV – *Organic Photovoltaics*). Dessas três células a tecnologia CPV, é a que demonstra melhores resultados de eficiência energética para produção de módulos solares, por outro lado atualmente o custo ainda não é tão competitivo com as tecnologias que já estão presentes no mercado (CEPEL; CRESESB, 2014).

### 2.2.3 Eficiência das células fotovoltaicas

Segundo a pesquisa realizada por Almeida et al. (2016), os testes de eficiência são realizados por meio das seguintes condições laboratoriais ou condições padrões de teste: com a radiação solar padrão de  $1000\text{W/m}^2$ , temperatura padrão de  $25^\circ$  Celsius e espectro solar AM=1,5. Assim com o atual estado da arte da tecnologia, é possível produzir células individuais de cristal de silício, com eficiência superior a 24% e devido a continuas pesquisas no campo das células solares, o valor teórico alcançável da eficiência se direciona aos 30%. Mas é importante lembrar, que comercialmente, a eficiência é de apenas 13 a 19% podendo chegar em 24% nos próximos anos.

Os valores do rendimento de cada tipo de módulos fotovoltaicos são fornecidos pelos seus fabricantes. Almeida et al. (2016) relaciona a eficiências das células com o conjunto das células, os módulos, em sua pesquisa. Esses resultados podem ser vistos no quadro abaixo, esses rendimentos estão de acordo com a tecnologia e/ou matérias das células.

Tabela 1 - Rendimento médio obtidos em células e módulos fotovoltaicos.

MATERIAIS E/OU TECNOLOGIAS	CÉLULAS	MÓDULOS
Silício monocristalino - m-Si	14% a 25%	14% a 21%
Silício policristalino - p-Si	20%	13 a 16,5%
Orgânicas	12%	7-12%
Filmes finos	9 a 16%	7 a 13%
Silício amorfo - a-Si	9%	6 a 9%
Telureto de Cádmio – CdTe	14,4%	9 a 11%

Seleneto de Cobre, Índio e Gálio – CIGS	22%	10 a 12%
Híbrido – HJT	-	23%

Fonte: Almeida et al. (2016).

Como demonstrado pelos dados os módulos de silício cristalino são os mais eficientes, comparados aos de outros materiais e atualmente no mercado são os mais comercializados. O presente trabalho pretende utilizar os módulos de silício monocristalinos (m-Si), devido ser mais eficiente na obtenção de energia elétrica comparado aos do tipo policristalino (p-Si) e os demais tipos apresentados no quadro acima.

#### 2.2.4 Sistemas Autônomos de Geração de Energia

Sistemas autônomos são sistemas de produção e de consumo de energia elétrica sem ligação a rede elétrica pública, conhecidos como sistemas *off grid*. São a solução ideal para locais em que por razões diversas não é possível a ligação da rede, como barcos. Deste modo, toda a energia consumida é produzida localmente e por vezes, de forma ecológica (FFSOLAR ENERGIAS RENOVÁVEIS LTA, 2021).

Esse tipo de sistema autônomo é constituído por um ou mais geradores de energia, que são geralmente painéis fotovoltaicos que captam a energia do sol, ou sistemas híbridos que utilizam além dos painéis outra fonte de geração de energia. Através de um controlador de carga a energia elétrica é carregada para as baterias, onde é armazenada até ser utilizada. Para poder ser consumida, a eletricidade é retirada da bateria e convertida de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA) através dos inversores de corrente. Deste modo é possível o uso de eletrodomésticos convencionais, de forma análoga à energia elétrica proveniente da rede de energia pública (FIGUEIREDO; PODOLAK; SCHULTZ, 2018).

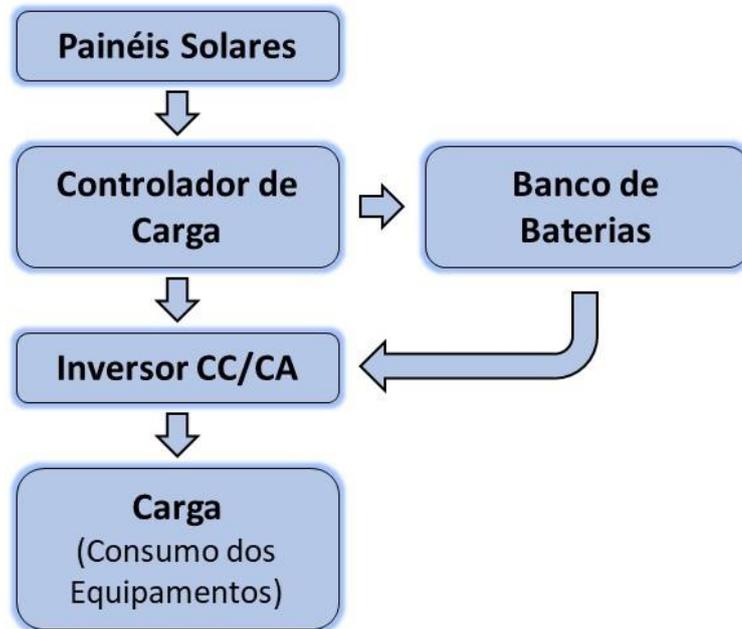
Existem ainda sistemas de corrente contínua que não possuem inversor, permitindo apenas o uso de aparelhos de corrente contínua, normalmente de 12 ou 24 Volts, ponto a ser levado em consideração devido os aparelhos de sistemas de segurança operar nessa faixa de tensão contínua. Assim este é o sistema autônomo mais simples, adequado para pequenas instalações, como o projeto deste trabalho.

Sistemas sem baterias, mais conhecidos como sistemas *on grid* são mais baratos e requerem menor manutenção, pois a geração de energia solar está conectada à rede pública, ou seja, a energia excedente produzida volta à rede pública, porém, o armazenamento em baterias gera maior confiabilidade no sistema, permitindo-o operar mesmo em condições de

baixa radiação. Portanto, determinar qual o melhor sistema para cada aplicação requer uma análise comparativa entre ambas as opções (JIMÉNEZ, 2017).

Com respeito aos sistemas fotovoltaicos isolados (*off grid*), um arranjo padrão consiste em painéis acoplados diretamente à carga CA ou CC a partir de uma UCP (Unidade de condicionamento de potência), com um respaldo usando baterias estacionárias, onde a carga demanda é atendida diretamente pela energia solar gerada e o excedente é armazenado no banco de baterias para atender períodos de pico ou as horas sem luz solar. Todo esse processo será gerenciado por um controlador de carga que irá decidir onde e quando usar a energia gerada, e os limites de carga e descarga das baterias, ajudando assim a melhorar o desempenho do conjunto e prolongar sua vida útil (RAWAT; KAUSHIK; LAMBA, 2016).

Figura 6 – Esquema de funcionamento de um sistema fotovoltaico off-grid.



Fonte: O Próprio Autor (2021).

Conforme figura 6, os painéis solares geram a energia para o sistema, transformando energia solar em energia elétrica. O controlador de carga, é a proteção e controle da carga gerada, evitando sobrecargas e descargas exageradas na bateria, aumentando o desempenho desta e sua vida útil, os inversores transformam a energia elétrica gerada dos painéis de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA) e as baterias armazenam a energia elétrica para o sistema funcionar quando não tiver iluminação solar como no período noturno.

Jiménez (2017) mostra que esta tecnologia é ideal para abastecer regiões isoladas, ajudando melhorar seu desenvolvimento e conforto. Sendo que o tamanho do conjunto de

painéis fotovoltaicos irá depender da carga demandada, e a dimensão do banco de baterias está atrelado ao tempo de autonomia que requer a instalação. Para dimensionar este tipo de sistema primeiro é necessário caracterizar o local de instalação, a disponibilidade do recurso solar e as características dos equipamentos a serem instalados. Assim, usando técnicas de otimização, obtém-se a melhor configuração para o sistema. Por fim, é configurado o controlador de carga para gerenciar o funcionamento do sistema (JIMÉNEZ, 2017).

Com relação aos controladores de carga, como citado anteriormente eles ficam entre os painéis e as baterias e são utilizados para controlar a voltagem de entrada nelas, evitando sobrecargas ou descargas excessivas, otimizando e prolongando a sua vida útil. Os painéis solares produzem energia de acordo com a quantidade de luz solar, ou seja, variando essa energia para mais e para menos, e as baterias não suportam esta variação. Para resolver este problema e também para aperfeiçoar o carregamento das baterias, se utilizam os controladores de carga.

Existe dois tipos de controladores de carga mais utilizados o *Pulse Width Modulation* (PWM) e o *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Laguado Serrano et al. (2019), demonstram em sua pesquisa que compara a eficiência desses controladores, que o MPPT tem uma eficiência média mais alta e desempenho superior em comparação com a carga do PWM, considerando as condições em que os testes foram realizados. No entanto, o controlador de carga PWM oferece uma opção de eficiência, bem como baixo custo em relação ao controlador MPPT.

Como a própria sigla traduz o controlador MPPT, “ponto rastreador de potência máxima”, possuem a função de garantir que os painéis operem em seu ponto de máxima potência, mesmo que sofram intermitências na geração, devido a mudança de intensidade de radiação solar, temperatura ou mudança de carga (WENDLING JÚNIOR, 2015). O PWM é a sigla para *pulse width modulation* que significa “modulação por largura de pulso”, esse controlador consegue manter uma bateria em sua carga máxima por meio de pulsos de tensão de alta frequência.

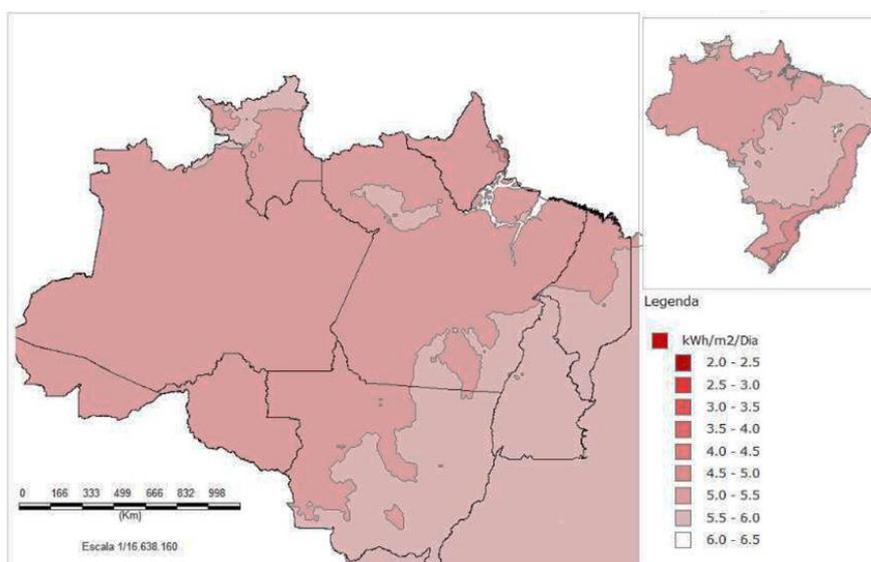
Em linhas gerais o controlador PWM, no momento de máxima geração de energia do painel solar ele controla a tensão, mantendo essa na faixa de operação da bateria, e mantém também a corrente, já o controlador MPPT, além de manter a tensão na faixa de operação do sistema, no momento de máxima geração do painel ele eleva a corrente na mesma proporção, garantindo assim maior eficiência na geração. Assim como o projeto do presente trabalho, irá ter a variação, devido o sistema ser móvel, garantir a maior eficiência da potência fornecida

pelos painéis solares será de extrema importância, por isso em nosso projeto o controlador utilizado é o controlador MPPT.

### 2.2.5 Irradiação Solar na Região Amazônica

Pereira et al. (2006), através dos dados das cartas solarimétricas disponibilizadas a partir do projeto *Solar and Wind Energy Resource Assessment*<sup>3</sup> (SWERA), que mostram os índices de irradiação solar global do território brasileiro, em todas as suas regiões, demonstra valores maiores comparado aos países da Europa como Alemanha, França e Espanha. O mapeamento dos recursos para o aproveitamento energético solar feito pelo projeto SWERA, mostra elevados índices de fluxo de radiação solar para a Amazônia, Figura 7, e também uma baixa variabilidade inter-sazonal, revelando a adequação desta região aos parâmetros técnicos exigidos para as tecnologias fotovoltaicas. Isso é decorrente das características climáticas da região, sendo os meses de setembro e outubro com as maiores taxas de irradiação solar e os mínimos estão compreendidos entre os meses de dezembro a fevereiro. Também a baixa variação da incidência de radiação solar sobre a região amazônica do que sobre as Regiões Sul e Sudeste, entre o inverno e o verão, devido ao deslocamento da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) para o hemisfério norte, configurando-se em outra característica importante.

Figura 7 – Radiação Solar Global em destaque a região Amazônica.

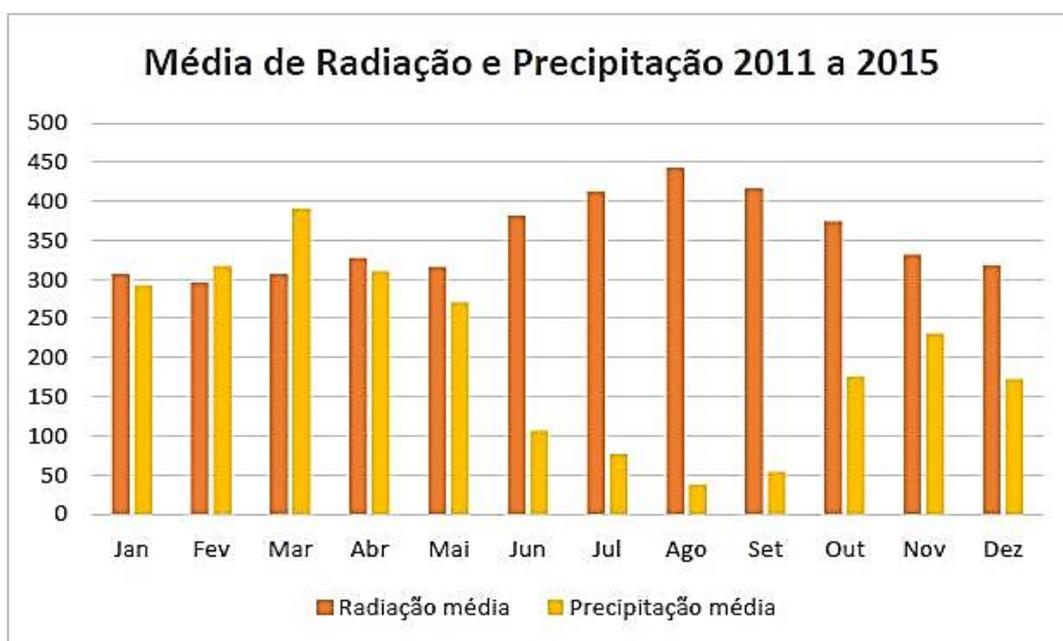


Fonte: Morais et al., 2012.

<sup>3</sup> O SWERA é um projeto que promove a utilização de energias renováveis solar e eólica, nos países em desenvolvimento, através da remoção de barreiras de conhecimento geradas pela falta de informação, disponibilizando um banco de dados consistente e de alta confiabilidade sobre esses recursos energéticos.

A pesquisa de Souza (2016) apresenta os dados referentes a cinco anos de obtenção de dados sobre a radiação solar na região amazônica, no período de 1° de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2015, tendo eles sido disponibilizados pelo 1° Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia ( INMET ), na cidade de Manaus.

Figura 8 – Radiação solar e precipitação média de 2011 a 2015.



Fonte: Dados INMET adaptado por Souza (2016).

Ainda para Souza (2016), a partir da figura acima mostra uma sazonalidade natural nos índices de radiação, ou seja, a transmissão dessa energia através do espaço, com as médias de  $300 \text{ W/m}^2$  entre os meses de novembro a maio, causado devido o período chuvoso na região, ou seja, com maiores precipitações, enquanto que no período de junho a setembro alcançou índice de radiação de  $450 \text{ W/m}^2$ , sendo este o período com menos chuvas. Assim os maiores índices de radiação ocorreram nos meses com menor precipitação, podendo concluir uma incidência de radiação solar sem variações extremas ao longo dos meses, em cada ano analisado, sendo esta uma condição excelente no dimensionamento da utilização da energia solar via sistema fotovoltaico para geração de eletricidade.

Os índices de precipitação apresentaram variação extrema entre os valores mês a mês, prevalecendo os valores baixos. No entanto, percebe-se que mesmo com variação significativa

no regime de chuvas não houve alterações relevantes nos índices de radiação solar, sendo este ponto fundamental também para a utilização da energia solar para geração de eletricidade.

Usando o banco de dados do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB) por meio do programa solarimétrico *SunData*, atualizado com o banco de dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª Edição, que foi produzido pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do seu Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN) (CCST/LABREN/INPE, 2017). O Atlas Brasileiro de Energia Solar disponibiliza uma base de dados de radiação solar produzida a partir de um total de 17 anos de imagens de satélite - desde 1999 até 2015.

O modo de utilização dele é por meio das coordenadas da região específica onde será feita a instalação, a partir disso ele busca uma região próxima que tem disponível em seu banco de dados. No nosso caso precisamos apenas de uma média, pois o local de instalação do sistema proposto nesse trabalho será móvel, então os dados serão variáveis.

Assim iremos utilizar um trajeto de viagem com origem na cidade de Manaus no Amazonas com destino a cidade de Porto Velho em Rondônia. Geralmente é esse o itinerário realizado nas viagens para transporte de carga pela empresa de empurradores de balsa de combustível, mostrado na figura 9.

Figura 9 – Trajeto pelos rios Manaus-AM até Porto Velho-RR.



Fonte: Rome2rio, 2021.

Os principais municípios nesse trajeto são Nova Olinda do Norte, Borba, Novo Aripuanã, Manicoré e Humaitá. Assim sendo segue os dados com as médias de irradiação solar das regiões, além claro das capitais Manaus e Porto Velho. A média será feita a partir das três regiões próximas ao ponto da coordenada, fornecido pelo programa *SunData*.

Tabela 2 – Dados da irradiação solar durante itinerário Manaus – AM /Porto Velho - RR

Cidade	Coordenadas Geográficas (Latitude/Longitude)	Média Irradiação Solar Anual (KWh/m <sup>2</sup> )
Manaus - AM	3° 6' 25" Sul / 60° 1' 33" Oeste	4,41
Nova Olinda do Norte - AM	3° 53' 18" Sul / 59° 5' 40" Oeste.	4,41
Borba - AM	4° 23' 18" Sul / 59° 35' 40" Oeste	4,44
Novo Aripuanã - AM	5° 8' 6" Sul / 60° 22' 33" Oeste	4,44
Manicoré – AM	5° 48' 34" Sul / 61° 18' 2" Oeste	4,44
Humaitá - AM	7° 30' 22" Sul / 63° 1' 15" Oeste	4,49
Porto Velho - RR	8° 45' 43" Sul / 63° 54' 7" Oeste	4,43

Fonte: Adaptado Autor, a partir de dados da *SunData* (2021).

Irradiação é a quantidade de energia radiante que incide em uma superfície durante certo intervalo de tempo, por unidade de área desta. (DACHERY, 2020). Assim sendo temos uma média de 4,44 kWh/m<sup>2</sup>, de Horas de Sol Pleno – HSP, ou seja, de irradiação solar durante esse trajeto dessa viagem e a pesquisa de Souza (2016) mostra que as variações nos meses com maiores precipitações, ou seja, tempos nublados e chuvas, não afetam tanto na radiação emitida nessa região, garantindo assim bons níveis de irradiação solar, para os geradores fotovoltaicos na produção de eletricidade.

### 2.3 TRANSPORTE AQUAVIÁRIO NA AMAZÔNIA

Na maior parte da região Amazônica brasileira, o transporte fluvial é a única alternativa de acesso aos serviços básicos de saúde, educação e assistência social em algumas cidades, vilas e comunidades. Em função de sua geografia, a construção de rodovias é inapropriada e mesmo com as recentes instalações de empresas aéreas nestes municípios do interior, as populações desses locais culturalmente dão preferência ao uso das embarcações como meio de transporte, também tem o fato do custo do transporte aéreo ser muito mais elevado comparado ao fluvial, sendo esta modalidade utilizada desde os primórdios do desenvolvimento histórico do Estado do Amazonas, sendo observado desde a época da

borracha. Assim a navegação fluvial nessa região é a opção mais viável para o transporte de cargas e passageiros entre as mais longínquas localidades, diferindo em alguns aspectos dependendo da localização geográfica e estrutura (FERREIRA, 2016).

Em muitas regiões do mundo, o transporte fluvial se caracteriza como o principal meio de transporte. Segundo levantamento de dados pelos autores Pompermayer et al. (2014) o Brasil dispõe atualmente de 27,5 mil km de vias fluviais navegáveis, o que corresponde a 64% do potencial total navegável no país para o transporte de cargas e passageiros. Em 2011, a navegação de interior transportou 28 milhões de toneladas, destacando-se os granéis sólidos entre os produtos transportados com 61,9% e as hidrovias amazônicas que representaram, respectivamente 35,1% do total, sendo a maior hidrovia comparada ao restante do país, dos produtos transportados, nessa hidrovia, destaca-se os de combustível (granéis líquidos) com um total de 68,2%.

O transporte de granéis líquidos como o petróleo e seus derivados é de suma importância para o Estado do Amazonas. Isto porque o Estado é tanto produtor, quanto consumidor de petróleo beneficiado, que deve suprir principalmente os municípios do interior do estado os quais dependem do óleo diesel para a produção de energia termelétrica. Esta característica é apresentada por Medeiros (2012), ao descrever que:

[...] há um trabalho de formação de estoque de derivados de petróleo nas cidades do interior do Amazonas para que não haja falta de energia elétrica nestes municípios. Este controle é feito juntamente com as usinas termelétricas destes municípios, em sua maior parte da empresa Amazonas Energia e Eletrobras. As empresas de distribuição de derivados de petróleo, sobretudo a BR Distribuidora, contratam empresas transportadoras de petróleo e derivados para este mister em contratos de transporte de cargas, cabendo à transportadora escolher quais e quantas embarcações serão usadas para o transporte (MEDEIROS, 2012, p. 33).

### **2.3.1 Tipos de Embarcações 4**

As embarcações podem ser divididas pelo tipo de carga que transportam, na região amazônica as que se destacam são a de passageiros, carga e principalmente os tipos de embarcações mistas, a união dos dois primeiros tipos, que tem em maior número e com diferentes tamanhos. O transporte interestadual de passageiros, de cargas e o misto é regulado pela Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ) (FERREIRA, 2016).

---

<sup>4</sup> Não encontramos em nossa pesquisa bibliográfica, autores que definam efetivamente os conceitos ora apresentados. Por isso, foi feita uma compilação das ideias apresentadas sobre a temática e, além disso, nos respaldamos no nosso próprio conhecimento prático para apresentar os referidos conceitos.

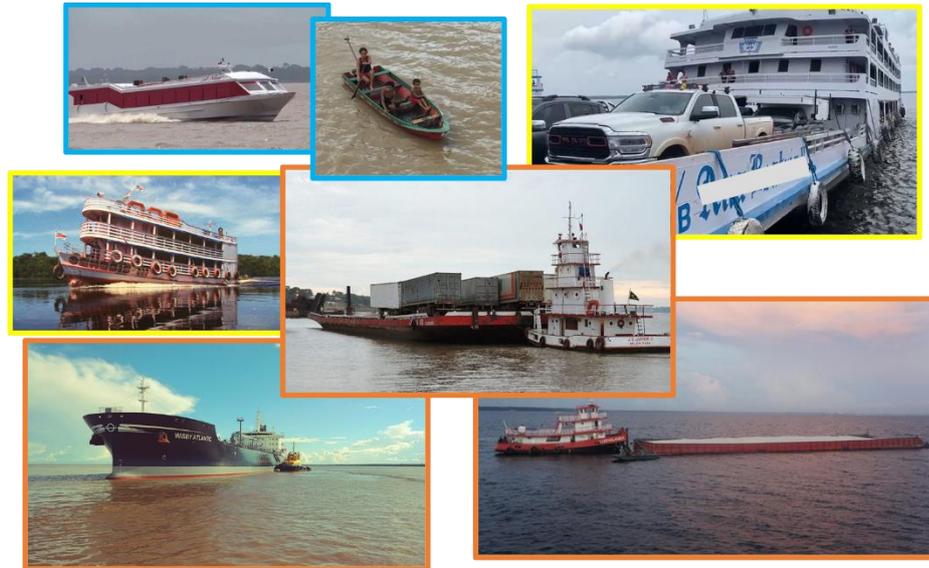
Embarcações de passageiros caracterizam-se por estruturas menores e com pouca capacidade de carga ou nenhuma. Geralmente são embarcações com viagens com poucas horas de duração ou turísticas nas proximidades de algum município.

As embarcações de cargas, a principal característica, é a maior capacidade de transporte de carga e de ter uma tripulação especializada para cada tipo de carga transportada e para garantir o funcionamento do transporte do início ao final de sua viagem, que a maioria das vezes são bem mais longas, podendo levar dias de viagem.

A embarcação mista é caracterizada pelo transporte concomitante de pessoas (passageiros) e cargas em geral para pequenos e grandes centros comerciais, de uma maneira geral, as embarcações mistas possuem um porão para o armazenamento das cargas; o primeiro e o segundo convés (andar) destinados à acomodação de passageiros e o terceiro possui área de lazer (bar/lanche) com venda de bebidas, lanches e até remédios que possibilita a interação com outros passageiros e a contemplação da natureza (FERREIRA, 2016). Sendo este o transporte fluvial na região mais realizado, pois além de transportar passageiros, transportam cargas em geral, tanto para os centros menores, sedes municipais e seus interiores, quanto para os grandes centros. Moura e Frota (2016) descrevem as características principais desse tipo de embarcação:

O tipo de embarcação mais utilizado para o transporte misto nesta unidade da federação é o barco regional ou recreio, fabricado em madeira de árvores nativas extraídas na região, são dotados de um casco único, movido a motores a diesel, e atingem aproximadamente 25km por hora (MOURA; FROTA, 2016, p.26).

Na figura 10 foi feito uma montagem com as figuras, apresentando os principais tipos de embarcações de passageiros (contorno azul), mistas (contorno amarelo) e por fim as embarcações de carga (contorno marrom).

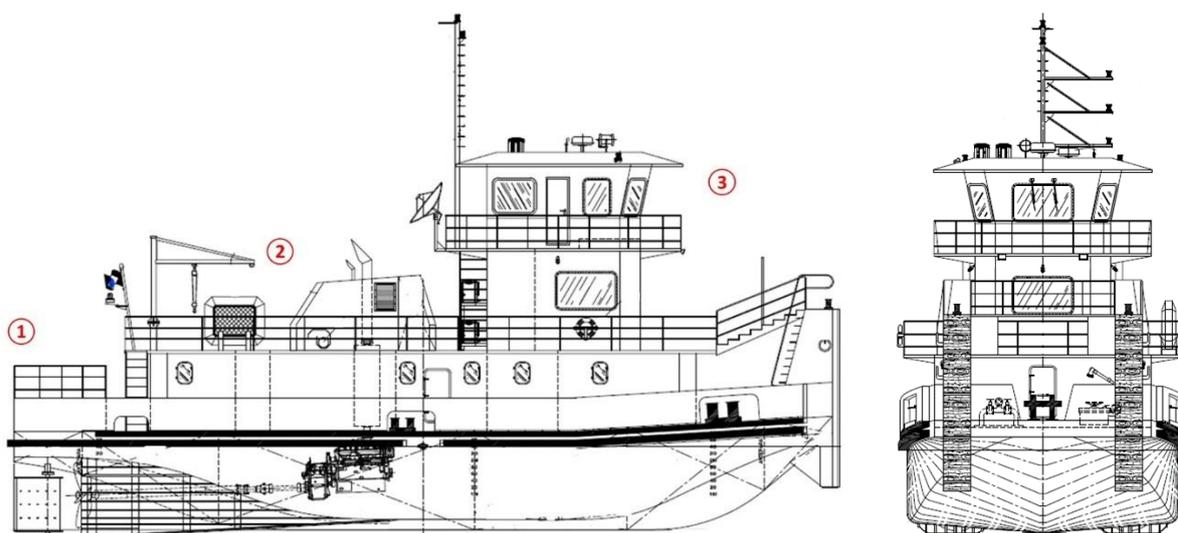


Fonte: Montagem Próprio Autor (2021).

### 2.3.2 Transporte de granéis líquidos na Amazônia

O foco desse trabalho é as embarcações de carga, em específico empurradores e balsas, no transporte de granéis líquidos na Amazônia. Barbosa (2017) define empurradores como embarcações fluviais motorizadas de pequeno calado, sendo esse a distância da parte inferior que fica submersa até o nível da água na lateral da embarcação, e com uma superestrutura relativamente alta, projetada para navegação em rios, possuindo grande robustez e boa mobilidade no deslocamento de uma balsa ou de um comboio de duas ou mais balsas. As balsas tanques são embarcações sem propulsão empregadas no transporte de petróleo ou seus derivados, como depósitos ou postos de abastecimento, independente do volume de carga ou de capacidade de armazenamento.

Figura 11 – Vistas do Lateral e Frontal Barco Empurrador.



Fonte: Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (2019).

Para fins de medidas e identificação dos locais de instalação das câmeras segue imagens da planta da embarcação que foi realizado a instalação. A embarcação de carga, é um tradicional barco empurrador de balsas, utilizados em grandes quantidades em nossa região por empresas de transporte de cargas de graneis líquidos. A embarcação em específico tem três níveis principais divididos da seguinte forma:

**1 - Convés principal:** primeiro nível de acesso comum, com os camarotes da tripulação, cozinha, refeitório, banheiros, lavanderia, despensa e sala de máquinas

**2 - Convés superior:** área para botes salva vidas, sala de televisão.

**3 - Convés do passadiço:** cabine do capitão, onde se encontra todos os comandos, indicadores e controle para navegação da embarcação.

**4 – Convés do Tijupá:** onde fica localizado as lâmpadas de sinalização e navegação da embarcação.

Importante salientar que alguns empurradores apresentam outros níveis na embarcação como o convés parcial, geralmente esse fica entre o convés superior e o passadiço. Esse nível tem a função de tornar mais alto o convés do passadiço, possibilitando melhor visibilidade na navegação a frente das cargas, permitindo assim a adição de mais balsas para empurrar.

As balsas tanques dependem completamente do empurrador, pois como citado anteriormente não possuem propulsão, para navegação independente. Barbosa (2017) define algumas características das balsas tanques, típicas da região com as seguintes dimensões, apresentados na tabela 3.

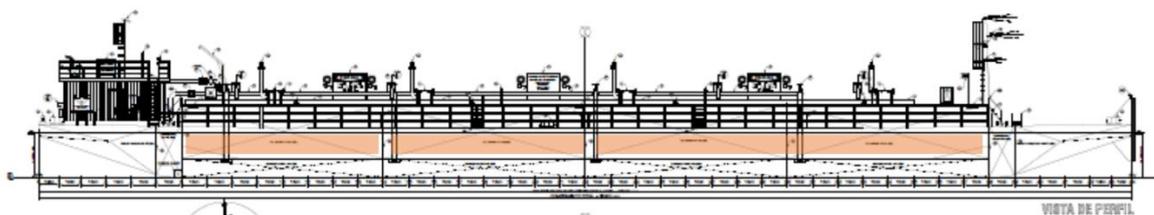
Tabela 3 - Dimensões características de balsas tanques da região amazônica.

<b>Comprimento total</b>	68,9 Metros
<b>Porte Bruto</b>	3,173 Toneladas
<b>Calado leve</b>	0,70 Metros
<b>Calado carregado</b>	3,47 Metros
<b>Boca</b>	15,8 Metros

Fonte: Barbosa (2017).

Na figura 12, temos uma vista lateral de uma balsa desse tipo, os espaços vazios em vermelho, são os tanques para armazenar a carga.

Figura 12 – Vista lateral da balsa tanque.



Fonte: Adaptado Barbosa (2017), planta marítima Estaleiro Juruá (2010).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa científica, será feito o uso da metodologia definido pelas autoras Silveira e Córdova (2009), que se constitui da identificação dos diferentes tipos de pesquisa, sua natureza, seus objetivos e seus procedimentos. Baseado nesta metodologia foi realizado a identificação para determinar a melhor opção para se seguir de forma adequada ao objeto de pesquisa, sendo este o projeto de um sistema de segurança que utiliza energia fotovoltaica. Apresentando os tipos de pesquisa que mais se enquadram com o projeto, sua natureza e os procedimentos aplicados.

A pesquisa qualitativa apresenta como característica, a objetivação do fenômeno, assim apresentando ações para descrever, compreender e explicar determinado fenômeno (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Com relação à pesquisa quantitativa, em vez de focar na total compreensão do fenômeno, como a qualitativa, apresenta foco em uma quantidade pequena de conceitos, relacionando-os e realizando procedimentos estruturados, com o uso de instrumentos formais para coleta de dados, junto com a análise destes dados. Sendo uma pesquisa de campo, com empresas de transporte náutico, com objetivo de identificar os principais sistemas de

segurança patrimonial utilizadas por estas, os principais delitos que ocorrem e as soluções adotadas.

Segundo, Fonseca (2002, p.20) “A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.” Já para Silveira e Córdova (2009), cada uma apresenta seus pontos fortes e fracos, e com isso uma pesquisa complementa a outra, de forma a tornar a pesquisa desenvolvida mais completa.

Deste modo o tipo de pesquisa que será utilizado será uma pesquisa tanto quantitativa como qualitativa, para desenvolvimento do projeto, pois o mesmo se enquadra nas definições desses dois tipos de pesquisa.

A outra forma de classificar a pesquisa científica é quanto à sua natureza, sendo dividida em pesquisa básica, que visa gerar um novo conhecimento, mas sem aplicação prática prevista, e a pesquisa aplicada que gera conhecimento para aplicações práticas na solução de problemas específicos (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Portanto, a natureza da pesquisa do projeto em desenvolvimento será aplicada, pois para seu desenvolvimento será necessária uma aplicação prática, para verificar sua eficiência e na resolução de um problema específico, sendo este a automação nos sistemas de segurança em embarcações, com relação a alimentação elétrica desse sistema. Ademais vai proporcionar mais uma opção de segurança ao patrimônio tanto público como privado.

Quanto aos objetivos da pesquisa será descritiva, que tem como a finalidade de descrever os fatos e fenômenos de uma realidade determinada. Entretanto será realizado em conjunto a pesquisa explicativa, pois busca identificar os fatores para determinar a ocorrência dos fenômenos, utilizando de resultados, para mostrar as vantagens que serão obtidas ao se utilizar essa forma alternativa de funcionamento de um sistema de segurança.

Quanto aos procedimentos trata-se de uma pesquisa experimental e bibliográfica. Experimental, porque será realizado a instalação do projeto em uma embarcação para monitoramento desta, dessa forma a pesquisa, será submetida a cálculos para associar a equipamentos presentes no mercado que mais de adequam, e assim assegurar sua eficácia no que se propõe, já com relação à pesquisa bibliográfica terá papel importante em mostrar como os sistemas atuais se comportam e como eles podem ser melhorados, com o levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos, eletrônicos e artigos científicos.

A pesquisa bibliográfica, terá como base trabalhos científicos de estudo relacionado as hidrovias da Amazônia, os sistemas de transporte nos rios, aplicação de um sistema de

segurança em embarcações de rios, as normas do sistema náutico e trabalhos relacionadas a pesquisa que será desenvolvida.

### 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O sistema de segurança que será utilizado nesse trabalho será o monitoramento a partir do CFTV, pois este auxilia de forma eficaz contra a ação indesejada de vândalos e criminosos, ficando registrada a ação, o que torna fácil a identificação dos elementos para possível tomada de providências. Podendo ainda esse sistema ser conectado à rede através de sistemas CFTVs conectados a rede de internet, facilitando assim esse monitoramento.

A alimentação elétrica desse sistema será por meio de energia fotovoltaica, por meio do uso de painéis fotovoltaicos, sendo necessário realizar o dimensionamento de potência dos equipamentos que fazem parte do sistema, para projetar e obter-se a eficiência desejada. Planeja-se utilizar um sistema isolado (*off-grid*), ou seja, um sistema que utiliza banco de baterias, para se ter mais autonomia do sistema.

Será apresentado um sistema elétrico fotovoltaico isolado, o dimensionamento da rede de monitoramento e todo o projeto para tornar autônomo o sistema de monitoramento por CFTV em uma embarcação.

#### 3.1.1 Dimensionamento elétrico do sistema CFTV com energia fotovoltaica

Rovani (2019), mostra que para dimensionar a fonte elétrica de um sistema, é necessário somar todas as correntes ( $I_i$ ) consumidas pelos equipamentos que compõe o sistema, assim utilizaremos da seguinte equação 1:

$$I_t = I_{t1} + I_{t2} + \dots + I_{tn} \quad (1)$$

Conforme Almeida (2016), a fonte de alimentação deve ser calculada da seguinte forma, equação 2, através da soma da corrente de consumo ( $I_i$ ) informada na especificação do fabricante de cada equipamento e dividido por 0,8 fator esse recomendável para que a corrente de carga nominal nunca ultrapasse 80% da capacidade da fonte, permitindo assim maior potência evitando a geração de calor, fazendo com que a fonte trabalhe com o máximo de eficiência energética.

$$I_{Fonte} = \frac{It}{0,8} \quad (2)$$

Para calcular o tempo de duração da bateria, ou seja, o tempo de uso apenas com a carga disponível na bateria sem o gerador fotovoltaico, é utilizado a equação apresentado por Rovani (2019), equação 3, em que utiliza a corrente da bateria ( $I_{bateria}$ ), ou seja, a capacidade de carga informada pelo fabricante da bateria, dividido pelo resultado da soma das correntes dos equipamentos ( $It$ ). Assim é possível calcular o tempo de autonomia do sistema projetado, quando não houver geração de energia através de irradiação solar, nosso gerador elétrico.

$$\text{Tempo de duração} = \frac{I_{bateria}}{It} \quad (3)$$

Ainda é necessário calcular a carga para um projeto de sistema fotovoltaico, será utilizado como base o trabalho de Fontinelle et al. (2017), iniciando com o calculo da demanda de carga do sistema feito através do consumo médio diário ( $CMD$ ) de energia de cada equipamento, este tem seu consumo medido em *Watts* (W). Para realizar esse cálculo, basta multiplicar a potência ( $P$ ) dada em *Watts* de cada equipamento, pelo tempo de funcionamento em horas ( $h$ ) em um determinado dia. O resultado final é dado em Wh/dia. Para transformação em kWh é necessário apenas dividir o valor encontrado por 1000, conforme a Equação 4.

$$CMD = \frac{P \times h}{1000} \quad (4)$$

Com o resultado calculado do consumo médio diário de carga ( $CMD$ ) do sistema precisamos definir a potência do gerador fotovoltaico ( $PGFV$ ), necessário para manter o sistema operante, para isso utilizaremos a média de irradiação solar fornecida pelos dados do site SunData, utilizaremos a média anual definida pelos dados coletados pelas localidades do trajeto de viagem da embarcação. Assim temos que dividir o consumo pela quantidade de irradiação solar ou seja a quantidade de horas de sol pleno ( $HSP$ ), para isso a equação utilizada também inclua perdas, que podem ocorrer na transmissão da energia gerada no painel até a carga, através dos cabos, na geração da energia, pois está diretamente relacionada

com quantidade de radiação solar que é recebida e com o perdas no controlador de carga, minimas devido o uso do recurso MPPT desse, mas que ocorre. Os autores Fontinelle et al. (2017), utiliza o fator de perdas de 25%, o trabalho dos autores é realizado na região Amazônica e com controlador com o mesmo recurso MPPT, a partir desses parâmetros semelhante será utilizado o mesmo fator de perdas em nosso projeto. Assim para calcular o *PGFV*, utilizaremos a seguinte equação:

$$PGFV = 1,25 \cdot \frac{CMD}{HSP} \quad (5)$$

Dessa maneira obtemos a potência do gerador fotovoltaico necessario para o sistema projetado, garantindo assim a maxima eficiência da autonomia dos sistemas CFTV na embarcação.

## 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No desenvolvimento do projeto algumas características desse, tem maior importância, dependendo da finalidade específica que cada cliente deseja. Essas características são analisadas e realizadas a solução de projeto que mais se adapta as exigências do cliente.

Para isso os resultados mostrados terão um cliente específico, de acordo com as finalidades que este deseja obter no fim da instalação do sistema de monitoramento.

### 4.1 ESPECIFICAÇÕES DO CLIENTE

Nosso cliente é uma empresa, que tem como principal atividade o transporte de combustíveis armazenado em balsas, a locomoção dessas balsas é feita através de barcos empurrador. Assim o tipo de embarcação utilizado mais usado por esse cliente e segundo as definições presentes nesse trabalho, é do tipo embarcação de carga. O pedido do serviço inclui, um monitoramento de vigilância por câmeras com as seguintes especificações:

- A captação de imagens em diferentes pontos da embarcação, também deve ser realizada no período noturno.
- O sistema deve estar sempre operante.
- Possibilidade de monitoramento pela internet das imagens gravadas.

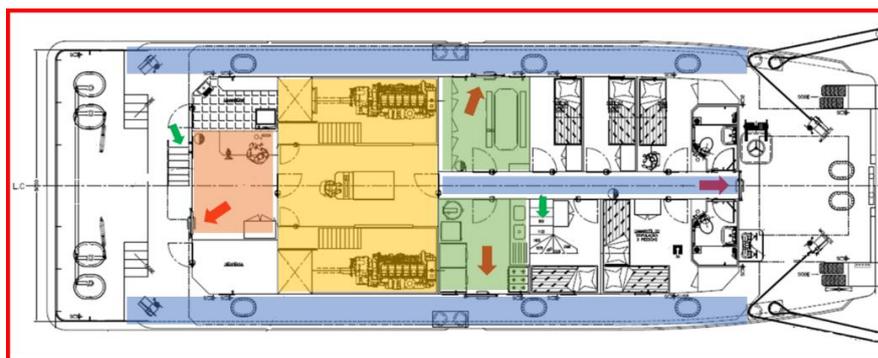
### 4.2 PROJETO CFTV DA EMBARCAÇÃO

Para o sistema de monitoramento os equipamentos utilizados serão de uma fabricante nacional, devido a grande variedade de equipamentos para diversas aplicações que essa empresa disponibiliza, oferecendo também um serviço de armazenamento na nuvem das imagens gravados pelos seus DVRs de forma gratuita, sendo necessário a conexão com uma rede de internet. Além disso, a empresa disponibiliza treinamentos online, tanto para instaladores, quanto para os próprios clientes, contamos também com assistência técnica própria da fabricante para seus equipamentos. Assim então com suporte que essa empresa oferece a seus consumidores e todo seu suporte ser em português. Com isso os equipamentos utilizados para os cálculos de dimensionamento de carga, serão a partir das informações técnicas fornecidas por essa fabricante.

#### 4.2.1 Distribuição das Câmeras de Monitoramento na Embarcação

Como já foi apresentado a divisão das áreas da embarcação do empurrador utilizado nesse trabalho, devemos fazer a distribuição dos locais das câmeras. Começando pelo convés principal, sendo a área de entrada na embarcação e a de mais fácil acesso por todo seu arredor, essa área deve possuir mais pontos de vigilância.

Figura 13 – Marcações dos espaços e acessos convés principal.



Fonte: Adaptado autor, Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (2019).

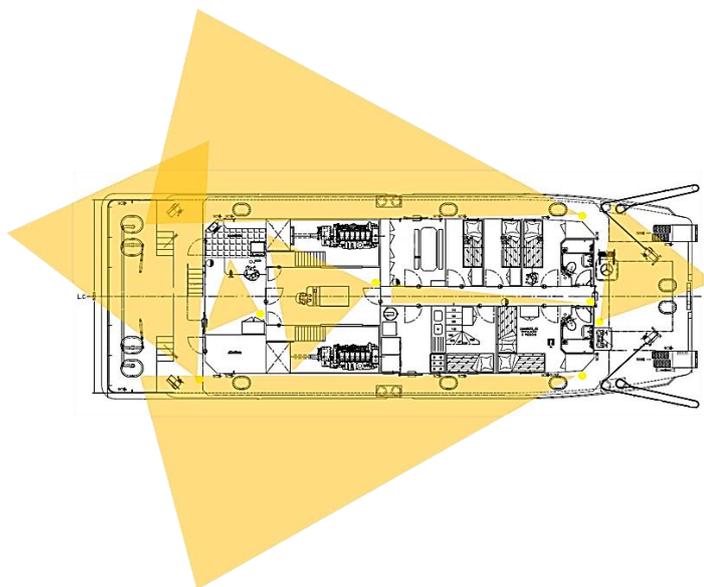
As setas vermelhas são os acessos a área interna do convés principal, as setas verdes são os acessos ao convés superior, as marcações em azul são os corredores de acesso as áreas internas e laterais da embarcação. Em verde é a área comum refeitório e cozinha que tem acesso ao corredor interno. A marcação laranja é a sala de máquinas e monitoramento dos equipamentos do barco com acesso tanto pelo corredor interno, quanto por trás da embarcação. A sala marcada em vermelho é uma oficina que dá acesso a sala de máquinas e com entrada e saída pela parte de trás da embarcação. Por fim temos toda a marcação em vermelho ao redor do convés principal que indica todas as possibilidades de acesso a embarcação, pois esta é aberta nas laterais.

Com os acessos de entrada e saída do convés principal estabelecidos, podemos marcar os principais pontos para a instalação das câmeras de monitoramento. Os pontos em amarelo são onde serão instaladas as câmeras e as direções de captura das imagens, estão representadas pelos raios em laranja transparente. Importante salientar que a abertura, ângulo de captura das imagens, depende exclusivamente das especificações da câmera que será utilizada, como também o alcance da captura.

Para o convés principal, serão necessárias sete câmeras, que serão da seguinte maneira as câmeras da parte interna serão do tipo *dome* e as da área externa no tipo *bullet*, sendo essas

com um alcance maior de captura de imagem, todas as imagens das câmeras terão qualidade HD, as câmeras *bullet* da frente e de trás da embarcação terão o foco principal na captura da imagem do acesso a parte interna por essas entradas. O posicionamento das câmeras está distribuído para acompanhar o acesso de algum indivíduo por todo as áreas de acesso comum no convés principal. Além das entradas e saídas pelas laterais da embarcação pela área externa.

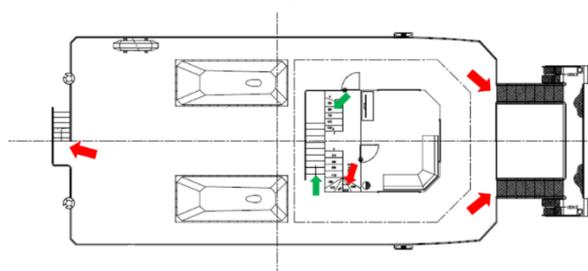
Figura 14 – Direções de captura de imagens das câmeras no convés principal.



Fonte: Adaptado pelo Próprio Autor a partir dos dados de Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (2019).

O segundo piso, o convés superior, tem os acessos marcados pelas setas vermelhas, na imagem abaixo e contém a sala de televisão uma área comum e o acesso através de escadas internas e externas ao convés do passadiço que está a cabine do capitão, marcados pelas setas verdes.

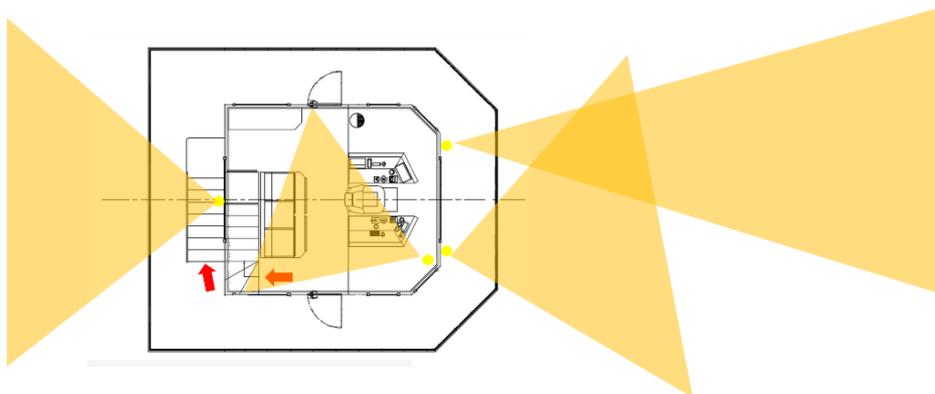
Figura 15 – Acessos convés superior.



Fonte: Adaptado pelo Próprio Autor a partir de dados de Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (2019).

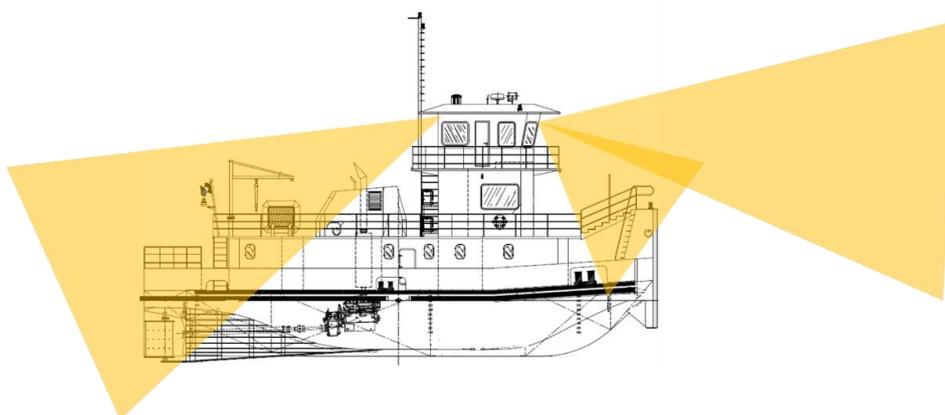
Nesse piso não haverá câmeras de monitoramento, devido ser um andar intermediário, com apenas a sala de televisão usada por toda tripulação, e as câmeras no convés principal, capturam os acessos a esse piso, ademais o convés do passadiço terá câmeras monitorando os acessos a esse nível e o convés principal. A partir disso vamos para o convés do passadiço, conforme planta abaixo ele terá quatro câmeras de monitoramento, uma na cabine do capitão pra capturar as imagens dos acessos a essa, através das portas laterais ou pela escada interna. Uma câmera para captura de toda frente da embarcação e os acessos pela frente, quando atracado a uma balsa, capturando assim imagens do acesso a embarcação pela balsa que está empurrando, além de uma câmera capturando toda a imagem da frente pegando toda a carga que está empurrando e mais a frente, esta câmera terá um ângulo de abertura maior pra capturar toda a frente e uma boa captura de todo o comprimento da balsa que está sendo empurrada.

Figura 16 – Direções de captura câmeras e acessos do convés do passadiço.



Fonte: Adaptado pelo Próprio Autor a partir de dados de Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (2019).

Figura 17 – Direções de captura câmeras, vista lateral, do convés do passadiço.



Fonte: Adaptado pelo Próprio Autor a partir de dados de Bertolini Construção Naval da Amazônia Ltda (2019).

Definido os pontos das cameras, distribuidos em onze locais da embarcação, o quadro a seguir especifica os equipamentos que serão utilizados, para o sistema de monitoramento. As especificações das cameras e do DVR serão da fabricante Intelbras (2021).

Quadro 2 – Especificações dos equipamentos para monitoramento e gravação.

Equipamento	Especificações	Especificação Elétrica	Quant.	Localização
Câmera <i>Dome</i> VHD 3420 D G6	Ângulo de visão 101°; Alcance: 20 metros; Resolução: 4 MP	Consumo max. Corrente: 310 mA Consumo max. Potência: 3,7 W Tensão: 12 Vdc	4	<b>Convés Principal:</b> Corredor interno; Sala de Maquinas; Oficina. <b>Convés do Passadiço:</b> Cabine do capitão.
Câmera <i>Bullet</i> VHD 3430 B G6	Ângulo de visão: 86°; Alcance: 30 metros; Resolução: 4MP	Consumo max. Corrente: 400 mA Consumo max. Potência: 4,9 W Tensão: 12 Vdc	6	<b>Convés Principal:</b> Corredores laterias; Frente do convés; Atrás do convés. <b>Convés do Passadiço:</b> Frente do convés; Atrás do convés
Câmera <i>Bullet</i> VHD 7880 Z 4K	Ângulo de visão: 101°; Alcance: 80 metros; Resolução: 4K *	Consumo max. Corrente: 1,5 A Consumo max. Potência: 18,4 W Tensão: 12 Vdc	1	<b>Convés do Passadiço:</b> Frente do convés;
DVR MHDX 1116	Video: MultiHD 1080p/720p; 16 canais; Sistema Linux; Saída de video: 1 HDMI, VGA e 1 BNC Conexão na rede: RJ45	Consumo max. Corrente: 2 A Consumo max. Potência: 10 W** Tensão: 12 Vdc	1	<b>Convés do Passadiço:</b> Cabine do capitão.
HD WD10PURZ	Armazenamento: 1TB Especifico para CFTVs Interface: SATA de 6Gb/s Operação 24 horas por dia 7 dias por semana.	Consumo operacional: 3,3 W Consumo ocioso: 2,9 W Modo Stand by e Sleep: 0,4 W	1	<b>Uso interno no DVR</b>

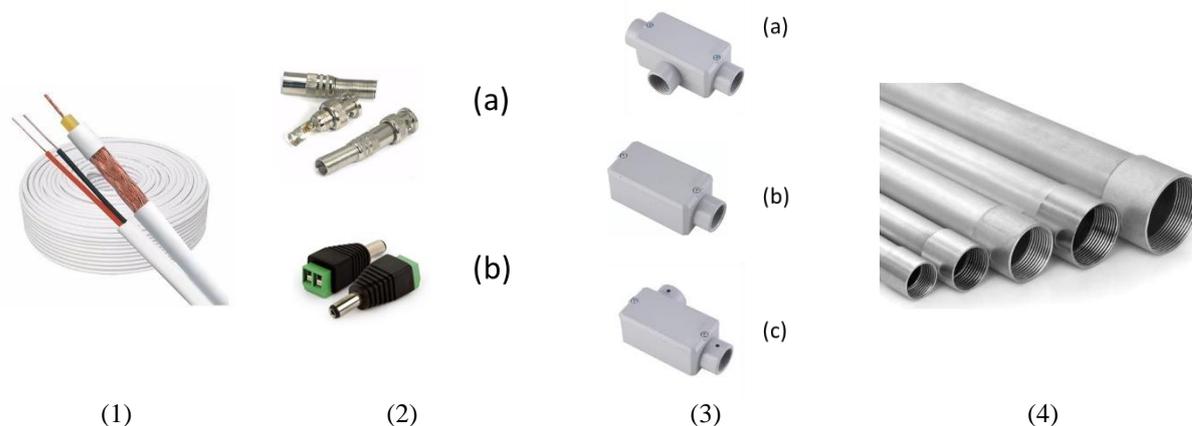
\*Resolução 4K dependente de um DVR que suporte essa resolução, no caso a resolução padrão será até 1080p, suportado pelo DVR escolhido; \*\* Potência de operação sem o HD, com o HD a potência será somada (DVR+HD).

Fonte: Adaptado pelo Próprio Autor a partir de dados do Datasheet dos equipamentos Intelbras (c2021).

A transmissão de video e alimentação elétrica das câmeras de monitoramento ao DVR e a fonte elétrica serão feitas a partir de cabeamento, pelo cabo coaxial bipolar (1) figura 18 e as pontas do cabo serão com conectores (2), BNC macho (a) para video e P4 macho (b) para alimentação elétrica. Os pontos das câmeras serão feitos com condutores (3) tipo “T” (a), “E” (b) e “L”(c), o cabeamento será distribuído por meio de eletrodutos (4). A tabela abaixo

demonstra as quantidades utilizadas com base na planta da embarcação com as dimensões, anexo 1.

Figura 18 – Materiais para distribuição e conexão das câmeras.



Fonte: Montagem pelo Próprio Autor a partir de dados do Mercado Livre (2021).

A tabela abaixo especifica o material utilizado, o dimensionamento do material foi calculado medindo, através da medição direta de distâncias, explicado pelos autores Veiga, Zanetti e Faggion (2012), com o uso de trena nos locais onde seriam instalados os equipamentos, dos pontos das câmeras até o rack dentro da embarcação, com isso temos uma precisão no dimensionamento de 1cm/100m com trenas de aço. Com essa medição, foi calculado a quantidade de eletrodutos conforme distribuição anexo 2, percorrendo o convés principal e convés do passadiço. O cabeamento por meio do cabo coaxial bipolar é individual para cada câmera, o dimensionamento desse tem origem do rack do CFTV, figura 19, até o ponto de câmera, com o dimensionamento do cabeamento realizado foi feito uma adição de 50 cm no cabo para cada ponto de câmera, para futuras manutenções ou reposicionamento das câmeras. O rack fica localizado no convés do passadiço embaixo do painel de comandos de navegação na cabine do capitão.

Tabela 4 – Materias para distribuição do cabeamento pela embarcação.

Material	Especificações	Medição	Quant. Material
Cabo Coaxial Bipolar	Rolo de Cabo Coaxial 4 mm de 100 metros Bipolar	105,5m	1 rolo e 5,5m
Eletroduto 3/4"	Galvanizado Pre zincado 3 metros	38,5m	14
Eletroduto 1 1/2"	Galvanizado Pre zincado 3 metros	3m	1
Condutele 3/4" tipo T	Aluminio com tampa com vedação	9,3x4,9cm	6
Condutele 3/4" tipo E	Aluminio com tampa com vedação	9,3x4,9cm	7
Condutele 3/4" tipo L	Aluminio com tampa com vedação	9,3x4,9cm	5
Rack para Equipamentos CFTV - Adaptado	Feito em chapas de ferro com suporte para DVR e pra bateria.	70x55cm	1

Fonte: O Próprio Autor (2021).

Figura 19 – Rack organizador equipamentos CFTV.



Fonte: O Próprio Autor (2021).

O DVR especificado possui conexão a internet através de adaptadores usb, necessário comprar fora a parte, ou entrada LAN, com entrada por meio de cabo Ethernet (RJ45), sendo necessário de apenas um roteador, com isso o roteador utilizado tem suas especificações descrito no quadro abaixo.

Quadro 3 – Características dispositivo de captação de sinal de internet.

Equipamento	Especificações	Especificação Elétrica	Quant.	Localização
Roteador 4G LTE Wireless N300 – D-Link DWR-920V	4G LTE/3G; IEEE 802.11n/g wireless; 2 portas LAN Gigabit Micro SIM card.	Consumo max. Corrente: 1 A Potência Calculada: 12 W Tensão: 12 Vdc	1	<b>Convés do Passadiço:</b> Cabine do capitão.

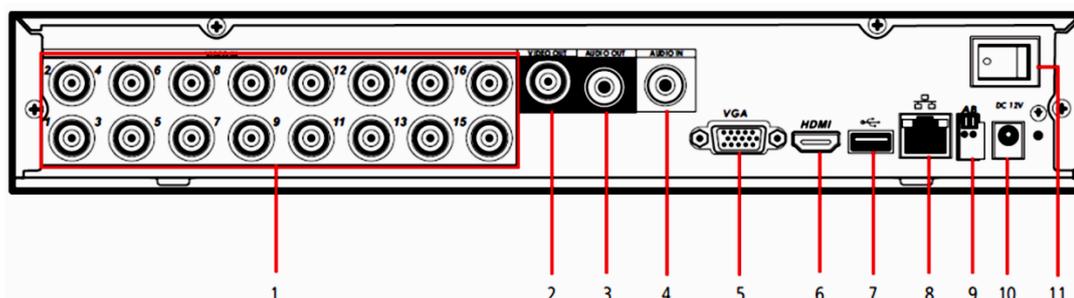
Fonte: Adaptado pelo Próprio Autor a partir de dados do datasheet do D-Link DWR-920V (2021).

Com essas especificações, nosso roteador será conectado a internet por meio de *SIM card*, da operadora com maior cobertura no trajeto da embarcação, o custo com os serviços com a operadora e a escolha dessa serão definidas pelo cliente. Com a conexão estabelecida, o roteador irá transmitir internet wi-fi para toda a embarcação, além de conectar no DVR, para backup das imagens gravadas no HD em um armazenamento na nuvem e monitoramento em tempo real, dependendo apenas da conexão com os dados de internet e do sinal da operadora.

Com a conexão a internet estabelecida é necessário configurar o DVR para realizar a sincronização das imagens gravadas pelas câmeras com o backup disponibilizado na nuvem. Primeiramente é necessário conectar o cabo ethernet na entrada de rede do DVR que vem da saída do roteador, os leds de sincronização irão ligar indicar se foi feita a conexão correta. A

figura 20 especifica as conexões de entradas e saídas do DVR utilizado, na parte posterior, indicando suas respectivas funções.

Figura 20 – Painel posterior de conexões do DVR.



Fonte: Intelbras S/A (2013).

Quadro 4 – Entradas e Saídas DVR.

1	16 entradas de vídeo (BNC)
2	1 saída de vídeo composto (BNC).
3	1 saída de áudio
4	1 entrada de áudio.
5	1 saída VGA.
6	1 saída HDMI.
7	1 porta USB 2.0
8	1 entrada de rede 10/100/1000 Mbps.
9	1 porta RS485.
10	. Entrada de alimentação 12 V.
11	Chave seletora para posições liga/desliga.

Fonte: Intelbras S/A (2013).

A porta USB 2.0, pode ser utilizada para incluir periféricos externos como mouse, teclado ou para realizar backup das imagens gravadas no HD interno sem a necessidade de trocá-lo. Em nosso projeto a saída de vídeo utilizada foi a VGA para conectar a um monitor localizado em cima do painel de controle, figura 21, a alimentação elétrica desse monitor é fornecida pelo gerador da embarcação, ele é utilizado pelo capitão para visualização dos acessos a embarcação e ainda como resultado auxiliam na navegação, pois permitem a melhor visualização da embarcação, durante manobras.

Figura 21 – Monitor de visualização das câmeras na embarcação.



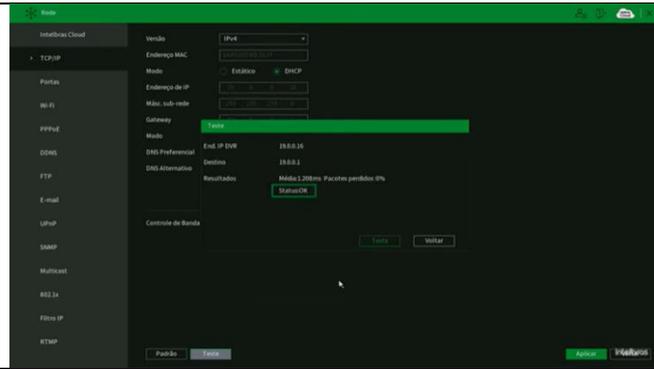
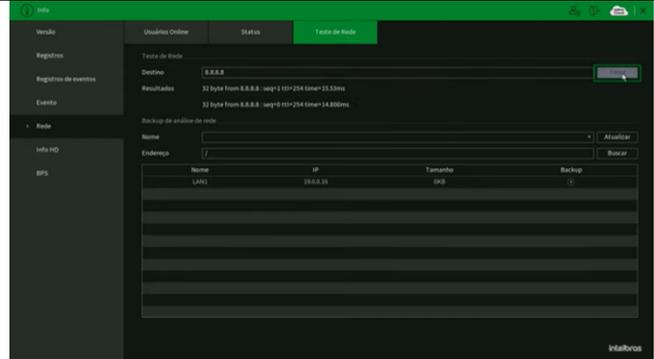
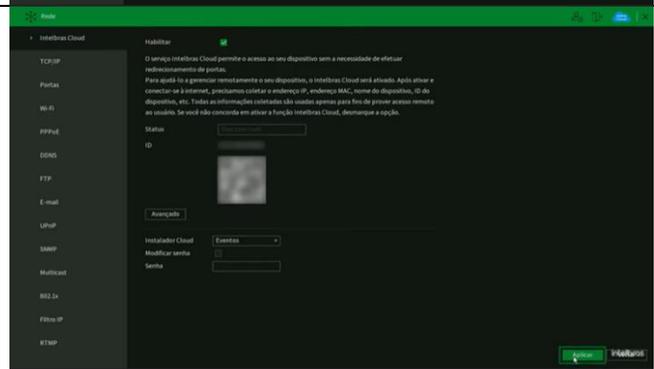
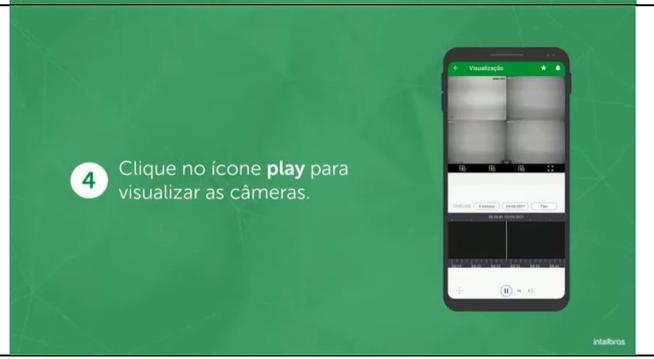
Fonte: O Próprio Autor (2021).

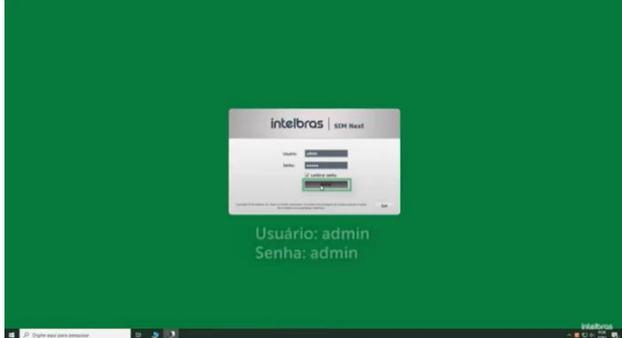
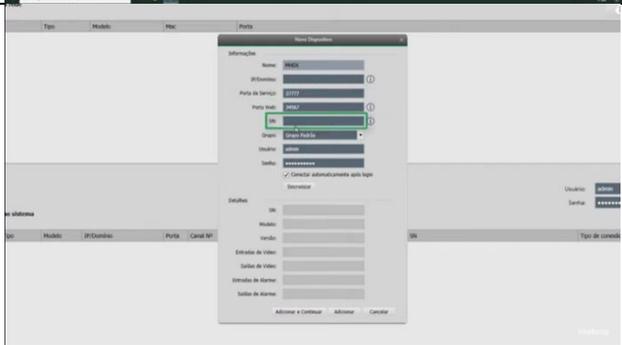
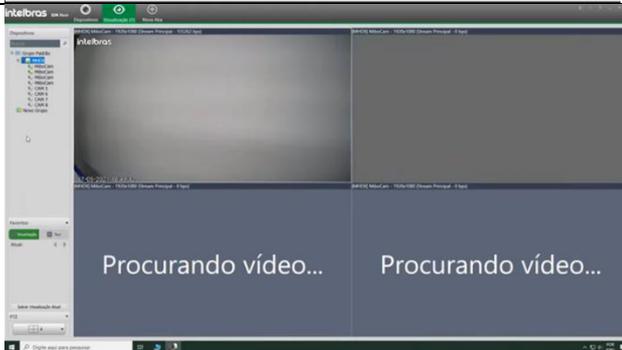
O acesso das imagens das cameras via internet é feita pelo serviço Intelbras *Cloud*, serviço de armazenamento e visualização em tempo real das imagens capturadas. O acesso desse serviço é por meio de aplicativo para *smartphones* ISIC 6 e pelo programa *SIM Next* para computadores.

A configuração para acesso ao Intelbras *Cloud* é bem simples, primeiramente é necessário assegurar que o roteador está conectado ao DVR via cabo de rede e esse esteja com acesso a internet, após é seguir os passo a passo do quadro 6 abaixo:

Quadro 5 – Configuração para acesso ao Intelbras *Cloud*.

1		<p>Verifique se o LED Net, marcação em verde, está desligado. Isso indica que foi estabelecido conexão com a rede. Caso ele fique acesso é indicando que está sem essa conexão, verifique o cabo ou reinicie o roteador e verifique a conexão com a rede de internet contratada.</p>
2		<p>No sistema do DVR acesse Menu principal &gt; Rede &gt; TCP/IP. Tela ao lado, selecione modo DHCP, clique em aplicar e reinicie o DVR. Esse modo selecionado, preenche de forma automática as informações da rede conectada.</p>

<p>3</p>		<p>Após reiniciar acessar novamente Rede &gt; TCP/IP, clique na opção teste, para verificar conexão com a rede, em seguida irá aparecer uma mensagem Status ok, se não aparecer essa mensagem é necessário verificar novamente as conexões com o roteador.</p>
<p>4</p>		<p>Para verificar a conexão com a rede Acesse Menu principal &gt; Info &gt; Opção Rede &gt; Aba Teste de rede &gt; Detino, digite 8.8.8.8 &gt; Clique em Teste. Aguarde o teste e verifique o status após concluir o teste como Status ok, isso indica que o DVR possui acesso a internet. Caso contrario, revise as conexões e o acesso no roteador.</p>
<p>5</p>		<p>Habilitando o serviço Intelbras Cloud, Menu principal &gt; Rede &gt; Intelbras Cloud, marque a opção Habilitar e reinicie o DVR. Ao reiniciar volte a essa opção e verifique o status se tiver conectado, basta seguir para proximo passo e conectar a um dispositivo. Caso apareça desconectado será necessario alterar o DNS na opção TCP/IP.</p>
<p>6</p>	 <p>3 Preencha o nome, a porta TCP/serviço, usuário e a senha do DVR, clique em salvar.</p>	<p>Acesso via <i>smartphone</i>, necessario baixar e instalar o App ISIC, após inicie o aplicativo, clique no icone “+” &gt; Aponte a câmera para o QR code na tela do menu do Intelbras Cloud, do DVR &gt; Preencha um nome, porta TCP e por fim preencha o usuario e senha do DVR, após só clicar no icone de confirmação no canto direto superior no <i>app</i>.</p>
<p>7</p>	 <p>4 Clique no icone play para visualizar as câmeras.</p>	<p>Após cadastrado o DVR, fica salvo na tela inicial desse app, necessário clicar no icone de player do lado do nome e será possível visualizar as imagens capturadas pelas câmeras.</p>

8		<p>O acesso via PC é necessário baixar e instalar o SIM <i>Next</i>, após instalado é iniciado o programa a tela inicial pede login e senha, por padrão o primeiro acesso é “admin” nos dois campos.</p>
9		<p>Ao acessar será necessário cadastrar o DVR para acessar as imagens, para isso selecione a opção Dispositivos, clique em Novo, cadastre o DVR preenchendo os campos Nome, Porta de Serviço, SN (Serial Number) e login e senha usados no DVR. Após clicar no botão sincronizar, quando concluído selecionar botão Adicionar. Nova linha na opção dispositivos vai ser criada, verifique o status do dispositivo.</p>
10		<p>Para visualizar as imagens das câmeras vá em Nova aba &gt; Visualização &gt; Clique no nome do dispositivo definido no cadastro. As imagens irão ser carregadas na tela.</p>

Fonte: Intelbras (2021).

Todas as câmeras possuem infravermelho para captura de imagens em períodos noturnos ou sem fontes de luz, a gravação é realizada em preto e branco nessa situação, a mudança de gravação é automática. O DVR possui em seu *software* detecção de movimento nas imagens capturadas. A tensão de todos os equipamentos é de 12Volts, conforme especificação, a alimentação elétrica das câmeras de monitoramento é feito a partir de uma fonte 12Volts, para dimensionamento elétrico dessa fonte é necessário calcular a demanda de carga de cada equipamento.

Utilizando a equação 1 para dimensionar a fonte, temos o seguinte cálculo abaixo, onde os valores multiplicados refere-se a quantidade de equipamentos utilizados.

$$I_t = (4 \times 310mA) + (6 \times 400mA) + (1 \times 1,5A) + (1 \times 2A) + (1 \times 1A)$$

$$I_t = 8,14A$$

Após é necessário dividir esse valor por 0,8 fator recomendável para que a corrente de carga nominal nunca ultrapasse 80% da capacidade da fonte, equação 2 ,permitindo assim maior potência evitando a geração de calor, fazendo com que a fonte trabalhe com o máximo de eficiência energética

$$I_{Fonte} = \frac{8,14 A}{0,8}$$

$$I_{Fonte} = 10,18 A$$

Sendo assim a fonte de alimentação elétrica do sistema de monitoramento deve ser de no mínimo de 10,18 A.

### 4.3 PROJETO DO SISTEMA AUTÔNOMO EM UMA EMBARCAÇÃO

Inicialmente foi necessário realizar o orçamento, com os materiais e equipamentos necessários para realização do serviço, foi feito o levantamento, junto com os equipamentos específicos de acordo com as exigências do cliente.

#### 4.2.2 Demanda de carga

Para o dimensionamento do sistema de geração fotovoltaico é necessário analisar a demanda de energia pela carga que será consumida. Dessa maneira o projeto do sistema terá maior fidelidade possível com a carga que será consumida evitando assim possíveis instabilidades, que podem ser causadas por uma maior demanda de carga do que será realmente produzido. Ademais essa análise implica em redução de custos do sistema e previne contra variações no comportamento da carga consumida.

Assim é necessário calcular a carga para um projeto de sistema fotovoltaico através do consumo médio diário de energia de cada equipamento equação 4. Esse cálculo deve ser realizado para todos os equipamentos elétricos para que se obtenha o consumo total para o correto dimensionamento do sistema fotovoltaico.

O quadro 4 e 5, inclui a quantidade de câmeras, o tipo de câmera e a potência consumida pelos equipamentos do projeto, as horas de funcionamento será utilizado 24 horas, pois devido ser um sistema de segurança espera-se seu funcionamento de forma integral.

Com isso e aplicando a formula de consumo diário dos equipamentos de carga temos a seguinte tabela.

Tabela 5 – Consumo dos equipamentos do sistema de monitoramento.

<b>Equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Uso (h/dia)</b>	<b>Consumo(Wh/dia)</b>
Câmera <i>Dome</i> VHD 3420 D G6	4	3,7	24	355,2
Câmera <i>Bullet</i> VHD 3430 B G6	6	4,9	24	705,6
Câmera <i>Bullet</i> VHD 7880 Z 4K	1	18,4	24	441,6
DVR MHDX 1116	1	10	24	240
HD WD10PURZ	1	3,3	24	79,2
Roteador 4G LTE Wireles N300 – D-Link DWR-920V	1	12	24	288
			<b>Total</b>	<b>2109,6</b>

Fonte: O Próprio Autor (2021).

Para encontrar o valor da potência do gerador fotovoltaico (*PGFV*) é utilizado o resultado calculado do (*CMD*) e a média de horas de sol pleno (*HSP*), a partir da equação 5.

$$PGFV = 1,25 \cdot \frac{2109,6}{4,44}$$

$$PGFV = 593,91 \text{ W}$$

Obtemos o valor calculado de PGFV de aproximadamente 594 W, necessários para manter o sistema funcional com carga exigida, será utilizado um controlador de carga com recurso MPPT para garantir o máximo de eficiência na geração de energia do painel solar, proporcionando o maior rendimento possível do sistema. Os equipamentos utilizados para a geração solar estão listados abaixo, as especificações calculadas foram usadas como referência para aquisição dos equipamentos disponíveis no mercado.

Quadro 6 – Equipamentos para sistema de geração de energia fotovoltaica.

<b>Equipamento</b>	<b>Especificações</b>	<b>Quant.</b>
Painel solar fotovoltaico*	Risen Titan Monocristalina (RSM120-8-600 BMDG) Potência: 600W Tensão de circuito aberto: 41,70 V Corrente de curto circuito: 18,26 A	1

	Tensão Máx. de Alimentação: 34,85 V Potência Máx. de corrente: 18,26 A Módulo de Eficiência: 21,2% Dimensões: 2278 x1134 x35 mm	
Controlador de Carga MPPT**	Epever - TRIRON4210N Tensão nominal do sistema: 12/24Vcc automático Corrente de carga: 40A Corrente de descarga: 40A Faixa de tensão da bateria: 8 ~ 32V Máxima tensão do arranjo fotovoltaico: 100Vcc	1
Bateria Estacionária***	Bateria Estacionária Freedom DF2500 165Ah 4 anos de vida útil a 35°C Dimensões: 51,1 x 21,3 x 23 cm Peso: 44,6 Kg	1

Fonte: \* ENF Solar LTD. (2021), \*\* Beijing Epsolar Technology Co. LTD. (2019), \*\*\* Braspower Comercial Ltda (2018).

Para calcular o tempo de duração da bateria, ou seja, o tempo de uso apenas com a carga disponível na bateria sem o gerador fotovoltaico, é utilizado a equação 3 apresentado por Rovani (2019), a capacidade da bateria do sistema fotovoltaico desse trabalho será de 165Ah, o que garante o fornecimento dessa quantidade de corrente por uma hora, para isso é calculado da seguinte forma:

$$\textit{Tempo de duração} = \frac{165Ah}{8,14A}$$

$$\textit{Tempo de duração} = 20,27h$$

Com o resultado temos uma autonomia de um pouco mais de 20 horas, apenas com o uso da energia armazenada na bateria, que é tempo mais que suficiente para os períodos noturnos, que não há geração de energia fotovoltaica, e garantindo o funcionamento em dias com menor irradiação solar, como dias nublados ou com chuvas, assim não afetando de forma drástica a alimentação elétrica do sistema.

Outro fator importante do projeto é a alimentação elétrica da carga que será consumida com o sistema de geração de energia fotovoltaico, pelas especificações dos equipamentos todos operam com uma tensão fixa de 12 Volts em tensão contínua, por meio disso e pelo controlador de carga utilizado possui saída de 12 Volts com amperagem de 40 A, mais que o suficiente para realizar a alimentação elétrica de todos os equipamentos do sistema CFTV, como calculado pela equação de corrente necessária da fonte ( $I_F$ ). Assim o sistema não necessita de um inversor de corrente contínua para alternada, podendo ser utilizado a saída

de alimentação elétrica do próprio controlador de carga utilizado. Além do mais, dessa forma ainda é possível adicionar mais cinco câmeras de monitoramento, devido o DVR ter mais essa quantidade de canais disponíveis e pela fonte utilizada ter disponibilidade para essa adição ao sistema de monitoramento, o único ponto de atenção é realizar o cálculo de corrente para cada câmera a mais, para não ultrapassar o mínimo recomendado, para melhor eficiência da fonte de alimentação elétrica, nesse caso a saída do controlador de carga utilizado no projeto.

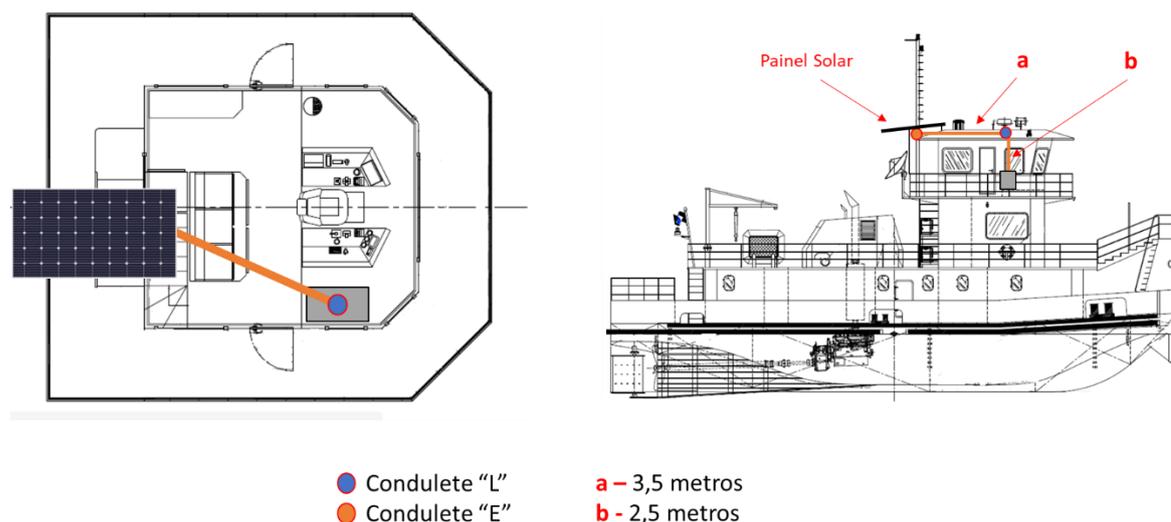
Tabela 6 – Material para instalação elétrica do painel fotovoltaico

Material	Especificações	Medição	Quant. Material
Cabo Flexível 16mm	Tensão de isolamento: 450/750 V, Cabo Fio Flexível 16mm 750v Preto - Sil	8m	8m
Eletroduto ¾"	Galvanizado Pre zincado 3 metros	6m	2
Condutele ¾" tipo E	Alumínio com tampa com vedação	9,3x4,9cm	1
Condutele ¾" tipo L	Alumínio com tampa com vedação	9,3x4,9cm	1

Fonte: O Próprio Autor (2021).

Para instalação do projeto, segue na figura 22 a instalação dos eletrodutos pra passagem dos fios da placa solar para o controlador de carga e dentro do rack para bateria.

Figura 22 – Distribuição dos eletrodutos no convés do passadiço.

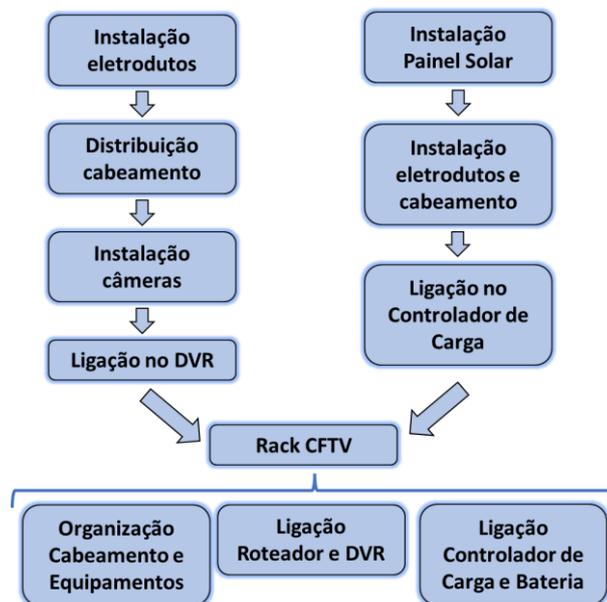


Fonte: O Próprio Autor (2021).

#### 4.3 INSTALAÇÃO DO PROJETO

Com o projeto definido foi seguido os passos na figura a seguir, as etapas em paralelo no fluxograma foram feitas separadas, a conclusão das duas foi finalizado na organização e ligação nos equipamentos dentro do Rack CFTV, que contém o conjunto de todos os equipamentos do projeto realizado.

Figura 23 - Fluxograma de etapas da instalação do projeto.



Fonte: O Próprio Autor (2021).

A parte inicial é a instalação dos eletrodutos e a passagem do cabeamento por esses, após é feita a fixação das câmeras próximos aos condutores, figura 24, nos pontos já definidos das posições das câmeras.

Figura 24 – Fixação das câmeras de monitoramento.



Fonte: O Próprio Autor (2021).

Para instalação do painel solar é necessário adaptar uma estrutura no convés do tijupá, essa estrutura é feita com ferros e soldada diretamente na embarcação, como resultado temos o apresentado na figura 25 a seguir, foi utilizado um ângulo mínimo, pra auto limpeza do painel, assim evitando o acúmulo de sujeiras que ocorrem com o painel totalmente plano.

Figura 25 – Instalação do painel solar.



Fonte: O Próprio Autor (2021).

O projeto já foi instalado em outras embarcações e foram feitas adaptações em cada uma delas a principal adaptação esta relacionada com o rack CFTV, figura 26, que é diferente para cada uma delas e a instalação da conexão com a internet, em duas instalações foi utilizado o próprio modem wi-fi disponibilizado pela operadora de dados contratada pelo cliente, junto com um roteador wi-fi, configurado como repetidor, para poder usa-lo no DVR, pois a conexão desse é através de cabo de rede. Assim o roteador capta o sinal wi-fi do modem e transmitti ao DVR pelo cabo de rede conectado entre os dois.

Figura 26 – Organização dos equipamentos no Rack CFTV.



Fonte: O Próprio Autor (2021).

#### 4.4 RESULTADOS OBTIDOS

O trabalho gerou resultados diretos e indiretos, começando pelos diretos foi obtido conforme o planejado no projeto. Assim garantindo os requisitos do cliente e os objetivos estabelecidos nesse trabalho.

Conforme demonstrado nas pesquisas e no projeto desse trabalho, foi possível alcançar o objetivo geral, com projeto do sistema de vigilância com o uso de câmeras para realizar o monitoramento, sem interrupção, em uma embarcação. O sistema projetado utiliza uma configuração *off-grid*, de geração de energia, tornando o sistema de vigilância totalmente isolado da embarcação com uso de bateria, tendo essa um pouco mais que 20 horas de autonomia, mais que o suficiente para períodos noturnos. Durante o dia o gerador fotovoltaico assume como fonte de energia principal do sistema. Esse controle que alterna entre a bateria e o gerador é feito pelo controlador de carga, que garante que o sistema tenha a fonte de alimentação elétrica totalmente independente, condição que resulta em um sistema autônomo e mais efetivo na segurança.

Entre as configurações dos sistemas autônomos de geração de energia solar fotovoltaica, foi utilizado um controlador de carga com recurso MPPT, para garantir a máxima eficiência da geração de energia elétrica no sistema. A principal mercadoria no

transporte fluvial na Amazônia é o de granéis líquidos, sendo o de combustíveis fósseis a maior parte, feitos principalmente por barco empurradores e balsas tanques.

Com um trajeto da embarcação estabelecido, foi necessário ter uma média de irradiação solar durante esse percurso, para isso utilizou-se o banco de dados da CRESESB, que fornece médias de irradiação solar pela localização geográfica. Dessa maneira foi possível encontrar uma média de irradiação solar no trajeto através da localização dos principais municípios em que a embarcação passa nesse trajeto. Como demonstrado no trabalho para o trajeto Manaus -AM até Porto Velho – RR, temos uma média de 4,44 kWh/m<sup>2</sup>.

Os resultados indiretos do projeto foram derivados do uso das câmeras e da possibilidade de acesso remoto as imagens, listados a seguir:

- Melhoria da rastreabilidade das cargas pelo setor de logística da empresa, com o acesso remoto é possível verificar por qual município a embarcação passa, garantindo assim os prazos de entrega da carga;
- Auxílio em investigações criminais pela polícia de furtos ocorridos nos portos, já teve esse tipo de ocorrência, mas felizmente com o uso das gravações foi possível identificar os criminosos e recuperar alguns dos itens furtados;
- Melhoria na navegação do barco devido a melhor visualização da embarcação para manobras, com o uso das imagens no monitor na cabine do capitão;
- Auxílio nas vistorias internas de forma remota pela empresa, no intuito de identificar irregularidades.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto neste trabalho foi apresentada uma síntese, elaborada a partir de contribuições dos diversos autores, para o projeto e dimensionamento de um sistema de segurança que utiliza câmeras com energia fotovoltaica. Ademais o dimensionamento foi calculado e feito a adequação com os materiais e equipamentos presentes no mercado.

Este trabalho mostrou a relevância do aproveitamento da energia solar na região Amazônica para a geração de eletricidade. Os índices de irradiação solar na Amazônia como mostrado no mapa de radiação solar global são maiores do que observados em outras macrorregiões do território nacional e até mesmo de países da Europa, onde a tecnologia fotovoltaica e o aproveitamento energético solar são bem mais avançados. Apesar de os gráficos de precipitação demonstrarem a variação extrema entre os valores mensais, a incidência da radiação solar não apresentou variações extremas ao longo dos meses, tampouco com relação a velocidade do vento, constatando que a cidade possui condições excelentes no dimensionamento da utilização desse tipo de geração elétrica.

Neste contexto, a utilização de energia solar fotovoltaica como fonte elétrica em um sistema CFTV é viável garantindo o monitoramento em uma embarcação durante seu trajeto e em casos eventuais de paradas devido a panes e quebras de peças dos motores que impeçam o funcionamento desta. Assim é uma solução que garante a operação do sistema de vigilância através de pequenos sistemas de geração fotovoltaica como o projetado.

Algumas adaptações no projeto são feitas na prática, pois como vimos deve ser seguido os requisitos do cliente, muitas das vezes o setor de compras dessas empresas adquire outros equipamentos do que os solicitados, então existe a necessidade de recálculos para garantir a eficiência do sistema.

### 5.1 TRABALHOS FUTUROS

Com o trabalho realizado foi possível ver que um planejamento teórico bem executado e projetado, facilitam na instalação garantindo o seu funcionamento e possibilidade de visualização de melhorias. Alguns desses pontos são:

- Melhoria no acesso a internet, com o uso antenas via satélite para o funcionamento desta em locais sem acesso, como o caminho entre os municípios, nos quais não possuem sinal de operadora móvel;

- Obtenção de dados mais precisos de irradiação solar, durante todo um trajeto específico, para se ter uma melhor eficiência de geração do painel solar, evitando assim perdas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eliane; ROSA, Anna Clara; DIAS, Fernanda Cristina Lima Sales; BRAZ, Kathlen Thais Mariotto; LANA, Luana Teixeira Costa; SANTO, Olívia Castro do Espírito; SACRAMENTO, Thays Cristina Bajur. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**. Engenharia Bioenergética, Universidade FUMEC, ano 2015, v. 1, n. 2, p. 21-33, 17 mar. 2016. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/eol/article/view/3574>. Acesso em: 8 nov. 2021.

ALMEIDA, Claudio. **10 coisas que você precisa saber sobre fontes de alimentação para CFTV**. Instituto CFTV, 2016. Disponível em: <http://www.institutocftv.com.br/10-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-fontes-para-cftv.html>. Acesso em: 14 dez. 2021.

BARBOSA, Ranildo de Jesus. **Análise operacional e econômica do modelo de balsa tanque utilizado no transporte hidroviário de combustível no rio madeira**. Orientador: Eduardo de Magalhães Braga. 2017. 47 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Processos.) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, Belém - PA, 2017.

BEIJING EPSOLAR TECHNOLOGY CO., LTD. **Série TRIRON N: Controlador modular de carga solar MPPT**. Renlight.com.br: [s. n.], 2019. 63 p. Disponível em: <https://renlight.com.br/wp-content/uploads/2019/10/Tradu%C3%A7%C3%A3o-S%C3%A9rie-TRIRON-N-1.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BEZERRA, R. A. (2012). **Proposta de Critérios para Câmeras de Vigilância em Aplicações de CFTV Indoor para Fins de Identificação Forense de Suspeitos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE.DM - XX A/XX, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 84p.

BORGES, Ane Caroline Pereira et al. **ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DA BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA**. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 2, mar. 2017. ISSN 1982-5528. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/239b> . Acesso em: 07 fev. 2022.

BRASPOWER COMERCIAL LTDA. **DF2500 – Bateria Estacionária Freedom – 150Ah / 165Ah**. [S. 1.], 2018. Disponível em: <https://braspower.com.br/loja/df2500-bateria-estacionaria-freedom-150ah-165ah.html>. Acesso em: 15 dez. 2021.

BUENO, Luciano; COSTA, Marco Aurélio. **Automação de uma esteira seletora por meio de CFTV**. 2011. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia Eletrônica com Ênfase em Automação de Processos Industriais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CAVALCANTE, Larissa. **Donos de embarcações investem em segurança tecnológica e armada no AM**. **ACRÍTICA**, Manaus, 13, Julho, 2019. Disponível em: <https://www.acritica.com/channels/cotidiano/news/donos-de-embarcacoes-investem-em-seguranca-tecnologica-e-armada-no-am>>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2020.

CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte - MCEMIG, 2012. 357 p. ISBN 978-85-87-929-51-8.

CRESESB/CEPEL. Energia Solar Princípio e Aplicações. CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito; CEPEL – Centro de pesquisas de Energia Elétrica. Sistema Eletrobrás. Rio de Janeiro:1999.

CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. **As energias solar e eólicoano Brasil**. 2013. Disponível em: <http://cresesb.cepel.br/download/casasolar/casasolar2013.pdf>. Acesso em: 20 de out. 2021.

CHAVES, Raquel. **SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO: VISTORIA E INSPEÇÃO NAVAL**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXX, Nº. 000195, 04/06/2020. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/seguranca-da-navegacao-vistoria-e-inspecao-naval>. Acesso em: 10 de Dezembro de 2020.

DACHERY, Joiris. **DIFERENÇA ENTRE IRRADIÂNCIA E IRRADIAÇÃO**. Energês a linguagem da energia, 2 jul. 2020. Disponível em: <https://energes.com.br/diferenca-de-irradiancia-e-irradiacao/>. Acesso em: 27 nov. 2021.

DAMJANOVSKI, Vlado. **CCTV Networking and digital technology**. Oxford: Ed. Hardcover, 2005. 578 p.

DEUS, Sidnei Oliveira de. **Segurança em instalações de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. 2016. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Energias Renováveis) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

ENF SOLAR LTD. **RSM120-8-600BMDG**. China: Risen Energy Co., Ltd., 2021. Disponível em: <https://www.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/47548> . Acesso em: 22 dez. 2021.

FERREIRA, Márcio Antônio Couto. **Transporte fluvial por embarcações mistas no Amazonas: uma análise do trecho Manaus-Coari e Manaus- Parintins**. Orientador: Tatiana Schor. 2016. 161 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM, 2016.

FERREIRA, Thiago Costa. **SISTEMA DE VIGILÂNCIA E MONITORAMENTO VIA WEB**. Orientador: MSc. João Hermes Clerici. 2010. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO, Campinas - SP, 2010.

FERREIRA, Hellen Rosa. **Segurança Marítima e Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Faculdade Integrada AVM, 2014. (Curso MBA Shipping 2 de 7). Apostila EAD.

FFSOLAR - ENERGIAS RENOVÁVEIS, Lta. **SISTEMAS AUTÓNOMOS: O QUE SÃO SISTEMAS AUTÓNOMOS?.**, 2021. Disponível em: <https://www.ffiolar.com/index.php?lang=PT&page=sistemas-autonomos>. Acesso em: 22 mar. 2021.

FIGUEIREDO, Hugo Fernando Magalhães de; PODOLAK, Lucas; SCHULTZ, Lilian Rosana Kremer. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÔNOMO VOLTADO A ÁREA RURAL. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, ano 2018, ed. Especial, p. 1-20, Novembro 2018. ISSN 2358-5420. Disponível em: <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/470> . Acesso em: 3 jan. 2022.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FONTINELLE, C. G.; SILVA, E. J. C.; SILVA, M. L.; MELLO, R. C.; LOPES, T. S. S.; BRASIL, D. S. B.; ALCÂNTARA JUNIOR, P.. Análise da viabilidade técnica e econômica na implantação de energia solar na comunidade denominada “Cidade Flutuante do Catalão”, situada no município de Iranduba-AM. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, [S. l.], ano 2017, v. 03, n. 09, p. 2447-0228, 22 mar. 2017. DOI <https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20170022> . Disponível em: <https://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/239>. Acesso em: 9 dez. 2021.

GRUPO AVANTIA. 5 dicas para posicionar câmeras de segurança. In: **5 dicas para posicionar câmeras de segurança**. Revistasegurancaeletronica: Grupo Avandia, 2017. Disponível em: <https://revistasegurancaeletronica.com.br/5-dicas-para-posicionar-cameras-de-seguranca/>. Acesso em: 24 dez. 2021.

GORE, A. **Nossa escolha: um plano para solucionar a crise climática. Our choice: a plan to solve the climate crisis**. Barueri, SP: Manole, 2010.

JARDWSKI, ÉDINA RUBIA WEINERT. **ANÁLISE DA EFICÁCIA DO SISTEMA DE VÍDEO MONITORAMENTO DA CIDADE DE COLOMBO**. Orientador: Osmar Rocha. 2011. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Gestão Pública Municipal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2011.

JAVED, O.; SHAH, M. **Automated Multi-Camera Surveillance: Algorithms and Practice**. Nova Iorque: Ed. Springer 2008 120p.

JIMÉNEZ, Jonathan Paúl Valverde. **PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ISOLADO/CONECTADO À REDE PARA ATENDER A DEMANDA DE IRRIGAÇÃO DE UVA**. Orientador: Dr. Oswaldo Hideo Ando Junior. 2017. 154 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Energia) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu - PR, 2017.

KRUEGLE, Herman. **CCTV Surveillance Video Practices and Technology**. 2a. ed. Butterworth-Heinemann; Burlington, 2007.

LAGUADO – SERRANO, M. A; LUNA PAIPA, E. A; BUSTOS – MÁRQUEZ, L. F.; SEPULVEDA – MORA, S. B. Performance comparison between PWM and MPPT charge controllers. **Scientia Et Technica**, Universidad Tecnológica de Pereira Colombia, v. 24, ed. 1, p. 6-11, 2019.

INTELBRAS. **Entenda os tipos de câmeras de segurança e suas aplicações**. Intelbras, 24 abr. 2018. Disponível em: <https://blog.intelbras.com.br/camera-de-seguranca-ideal/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INTELBRAS. **Segurança Eletrônica: Produto e Soluções para proteger e deixar você mais tranquilo.** [S. l.], c2021. Disponível em: <https://www.intelbras.com/pt-br/seguranca-eletronica> . Acesso em: 13 dez. 2021.

INTELBRAS. **Configurar acesso remoto ao DVR por Intelbras Cloud - i2232.** YouTube, 24 maio 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ek073PaMm6Y> . Acesso em: 29 dez. 2021.

INTELBRAS S/A. **Guia do usuário: Série 3000.** [S. l.], Fevereiro, 2013. Disponível em: [https://backend.intelbras.com/sites/default/files/integration/guia\\_vd\\_3104\\_3108\\_3116\\_portugues\\_02-13\\_site.pdf](https://backend.intelbras.com/sites/default/files/integration/guia_vd_3104_3108_3116_portugues_02-13_site.pdf) . Acesso em: 28 dez. 2021.

JIMÉNEZ, Jonathan Paúl Valverde. **Projeto e dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico isolado/conectado à rede para atender a demanda de irrigação de UVA.** Orientador: Dr. Oswaldo Hideo Ando Junior. 2017. 154 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Energia) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2017.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química** , Niterói - RJ, v. 7, n. 1, p. 126-143, 14 out. 2014. DOI 10.5935/1984-6835.20150008. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v7n1a08.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2021.

MARTINS, Eliane M. Octaviano. Artigo: Transporte marítimo sustentável: **O desafio da segurança marítima e da proteção do meio ambiente marinho no contexto do pré-sal.** 2013.

MEDEIROS, JULIANA T. DA SILVA. **O TRANSPORTE FLUVIAL E O DIREITO À DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA NA AMAZÔNIA.** Orientador: Walmir de Albuquerque Barbosa. 2011, 98f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Amazonas, Programa de Pós-graduação em Direito Ambiental, 2012.

MIRZAEV, M A; DYSHAKOV, A I. Effect of recording device parameters on the operation of the sugar beet recognition algorithm in the early stages of growth. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Moscow - Russia, n. 1129, ed. 2, 4 dez. 2020.

MORAIS, Hélio de Souza Junior; CAVALCANTE, Renato Luz; GALHARDO, Marcos André Barros; MACEDO, Wilson Negrão. APLICAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA – UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO AMAZÔNICA. **Revista Geonorte: Geografia Física**, Manaus - AM, ano 3, v. 3, n. 5, p. 1303 - 1309, 12 nov. 2012.

MOURA, Joel Brito; FROTA, Claudio Dantas. Transporte misto de cargas e passageiros através de barcos regionais (recreios) no Estado do Amazonas: Uma proposta para cálculo da modicidade da tarifa. **RECED – Revista Eletrônica Ciência e Desenvolvimento**, Manaus - AM, v. 2, ed. 3, p. 23-41, 2016. DOI ISSN 2447-7907. Disponível em: [https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/ciencia\\_e\\_desenvolvimento/article/view/2630](https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/ciencia_e_desenvolvimento/article/view/2630). Acesso em: 8 out. 2021

POMPERMAYER, Fabiano Mezadre; NETO, Carlos Álvares da Silva Campos; PAULA, Jean Marlo Pepino. **HIDROVIAS NO BRASIL: PERSPECTIVA HISTÓRICA, CUSTOS E**

INSTITUCIONALIDADE. **1931 - Texto para discussão**, Rio de Janeiro - RJ, p. 58, Fevereiro 2014.

PARK, Unsang. **Face Recognition: face in video, age invariance, and facial marks**. Tese de Doutorado, Universidade do Estado de Michigan – EUA, 2009.

PATRÍCIO, J. C. S. **O Transporte Fluvial Misto na Amazônia: Aspectos Sócio-Econômicos do Trecho Belém - Acará**. Tese de Mestrado em Economia, Universidade da Amazônia, Belém, 2007.

PEREIRA, Enio Bueno [et al.], **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 1.ed. São José dos Campos: INPE, 2006.

PERES, Marcelo. **DVRs Stand Alone - Missão Crítica em CFTV**: Disponível em: <<http://www.guiadocftv.com.br/modules/smartsection/item.php?itemid=58>>. Acesso em: 24 março 2021.

PINHEIRO, Daniel. **Câmeras IP permitem vigiar a casa pela Internet**: Disponível em: <<http://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2006/12/13/ult2870u215.jhtm>>. Acesso em: 24 março 2021.

PROCURADORIA REGIONAL DO TRABALHO 19ª REGIÃO. **Projeto Circuito Fechado de TV - CFTV**. Rev.0, 2006, Maceió. Disponível em: <<https://www.coursehero.com/file/51509534/PROJETO-CFTV-modelo-netpdf/>>. Acesso em: 28 dezembro. 2021.

RAWAT, Rahul; KAUSHIK, S.C.; LAMBA, Ravita. A review on modeling, design methodology and size optimization of photovoltaic based water pumping, standalone and grid connected system. **Renewable and Sustainable Energy Reviews - Elsevier**, [s. l.], n. 57, p. 1506-1519, 2016.

ROME2RIO. Resumo da Viagem: Manaus/Porto Velho. In: **Rome2rio**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.rome2rio.com/pt/map/Manaus/Porto-Velho#r/Ferry>. Acesso em: 25 nov. 2021.

ROVANI, Esequiel. **Sistema de controle de acesso integrado com central de alarme**. Orientador: Dr. Adriano Luis Toazza. 2019. 95 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo - RS, 2019.

RÜTHER. R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e integradas à rede elétrica pública no Brasil**. Editora UFSC/LABSOLAR, Florianópolis, 2004. 114p.

SILVEIRA, D. T.; CORDOVA, F. P. Unidade 2 - A pesquisa científica. In: Tatiana Engel Gerhardt; Denise Tolfo Silveira. (Org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, v., p. 31-42.

SOUZA, D. A. de; SOUZA, C. G.; OLIVEIRA, S. J.; FAJAN, F. O.; NABARRO, C. B. M., **CÂMERAS DE SEGURANÇA E SEUS SISTEMAS TECNOLÓGICOS: Percepções sobre**

os motivos da utilização. **SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia: Ética e Gestão**, juntas por um crescimento sustentável., Resende/RJ, p. 1 -13, 2017.

SOARES, Moisés Vasconcelos. **TRANSPORTE FLUVIAL: ESTREITAMENTO AS DISTÂNCIAS ECONÔMICAS E SOCIAIS ENTRE MOCAMBO DO ARARI E CIDADE DE PARINTINS/AM**. Orientador: José Camilo Ramos de Souza. 2017. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduando do curso de Licenciatura em Geografia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus - AM, 2017. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/699>. Acesso em: 29 jun. 2021.

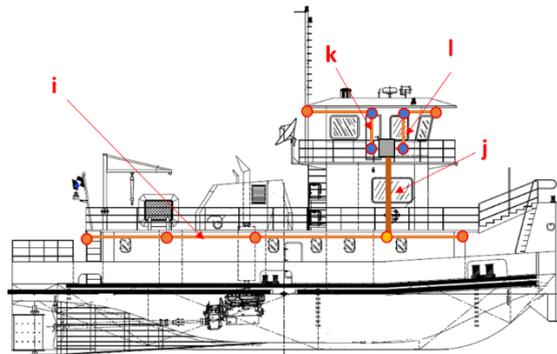
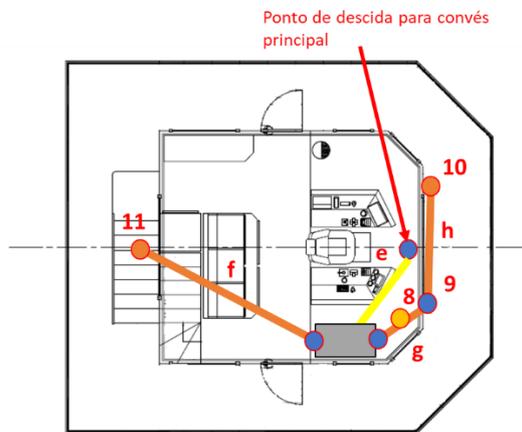
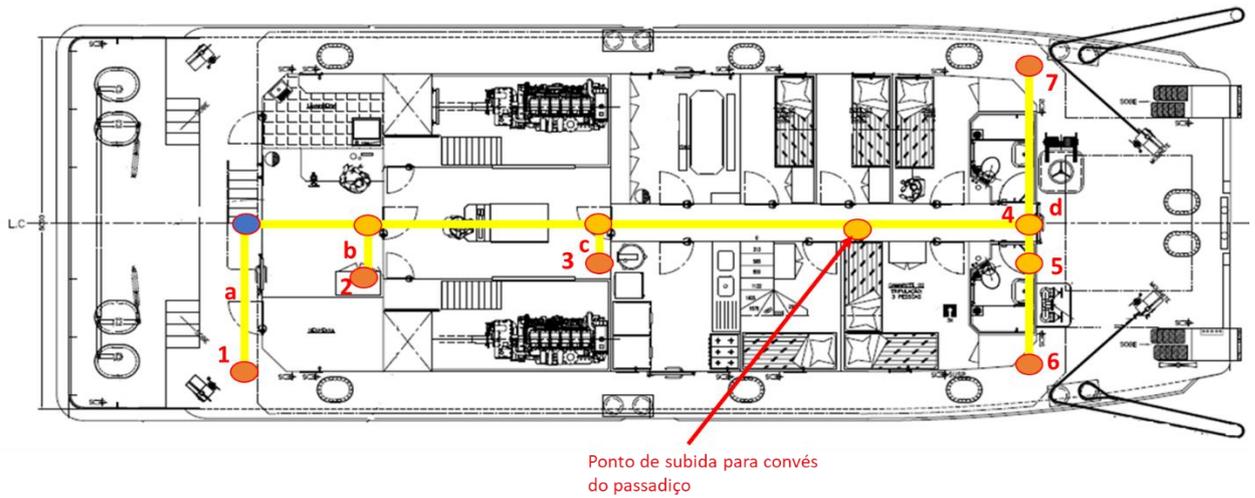
TORRES, R. C. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. 2012. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

WENDLING JÚNIOR, José Marcelo de Assis. **Proposta de controlador de carga com MPPT utilizando LabVIEW**. Orientador: Prof. Dr. Leonardo Mesquita. 2015. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá - SP, 2015.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig; FAGGION, Pedro Luis. **APOSTILA: FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA**. Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura e demais cursos da Universidade Federal do Paraná: 2012. 288 p.



**ANEXO 2**



- Eletroduto 1 ½ Polegada
- Eletrodutos ¾ Convés Passadiço
- Eletrodutos ¾ Convés Principal
- Rack Metálica

- Condulete "L"
- Condulete "T"
- Condulete "E"

**Distância entre ponto de câmara até rack CFTV**

- a** - 3 metros
- b** - 1,5 metros
- c** - 1 metro
- d** - 6 metros
- e** - 1,5 metros
- f** - 3 metros
- g** - 1 metro
- h** - 2 metros
- i** - 16 metros
- j** - 3 metros
- k** - 2 metros
- l** - 2 metros

- 1** - 20,5 metros
- 2** - 16,5 metros
- 3** - 10,5 metros
- 4** - 7,5 metros
- 5** - 8,5 metros
- 6** - 10,5 metros
- 7** - 10,5 metros
- 8** - 2,5 metros
- 9** - 3 metros
- 10** - 5 metros
- 11** - 5 metros