



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Paulo Henrique Silva Pinto

Roberto Wu Mok

PROJETO DE UMA EMBARCAÇÃO MULTICASCO TELEOPERADA

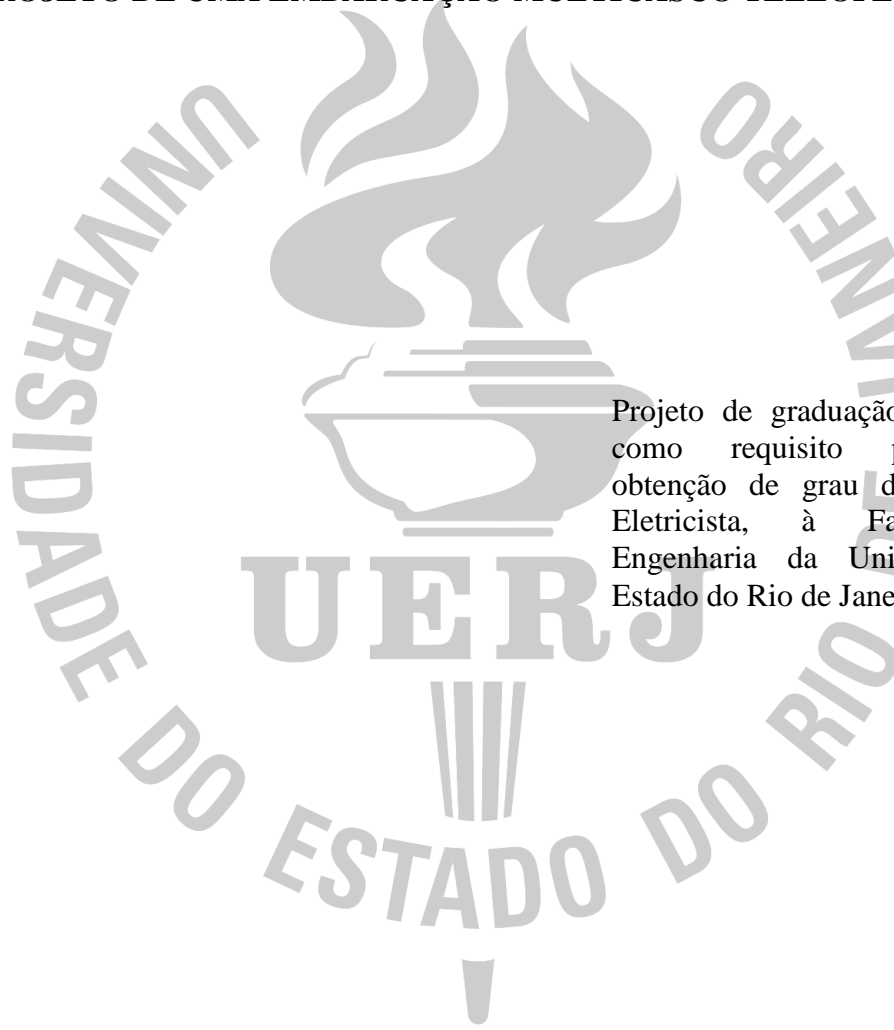
Rio de Janeiro

2015

Paulo Henrique Silva Pinto

Roberto Wu Mok

PROJETO DE UMA EMBARCAÇÃO MULTICASCO TELEOPERADA



Projeto de graduação apresentado, como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro Eletricista, à Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadores: Prof. Dr. José Paulo Vilela Soares da Cunha

Prof. Dr. Lisandro Lovisolo

Rio de Janeiro

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

P659 Pinto, Paulo Henrique Silva; Mok, Roberto Wu
Projeto de uma embarcação multicasco teleoperada /
Paulo Henrique Silva Pinto, Roberto Wu Mok. – 2015.
94f.

Orientador: José Paulo Vilela Soares da Cunha
Orientador: Lisandro Lovisolo
Projeto (Graduação) - Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Faculdade de Engenharia.
Bibliografia p.69-72

1. Engenharia elétrica. 2. Eletrônica. 3. Controle de
circuitos. I. Mok, Wu Roberto. II. Cunha, José Paulo Vilela
Soares da. III. Lovisolo, Lisandro. IV. Universidade do Estado
do Rio de Janeiro. V. Título.

CDU 621.3

Paulo Henrique Silva Pinto

Roberto Wu Mok

PROJETO DE UMA EMBARCAÇÃO MULTICASCO TELEOPERADA

Projeto de graduação apresentado, como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro Eletricista, à Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 27 de Janeiro de 2015

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Paulo Vilela Soares da Cunha

Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Lisandro Lovisolo

Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Téo Cerqueira Revoredo

Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Michel Pompeu Tcheou

Faculdade de Engenharia – UERJ

Rio de Janeiro

2015

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Rosana Silva Pinto e Julio Cezar Pinto, que sempre estiveram ao meu lado e sempre acreditaram no meu potencial. Sem eles tenho certeza que não teria conseguido.

À Deus por ter me dado força e saúde para enfrentar todas as dificuldades encontradas durante a minha vida.

Ao meu amigo e dupla de projeto Roberto Wu Mok, por sua dedicação e esforço, por sempre me ajudar nos estudos desde o início da faculdade e ter me dado a honra de trabalhar neste projeto.

Aos meus orientadores José Paulo Vilela Soares da Cunha e Lisandro Lovisolo, pelo apoio paciência e dedicação que tiveram comigo, que fizeram com que o projeto se concretizasse.

A todos meus familiares que sempre me incentivaram.

A todos os amigos da faculdade que sempre me apoiaram durante o curso, João Pedro Gonçalves Freitas, Rodrigo e Alvim Alexandre, Alane Villar Damasceno, Roberto Rangel da Silva, Thiago Gouveia Saraiva, Raphael Magno de Andrade, Filipe Pais dos Santos, Natasha de Oliveira Medeiros, Monira Andrade Gonçalves, Davi Rodrigues de Souza, Mariana dos Santos Vieitos, Kaian Siqueira Badaró e Domingos Sávio Mattos de Andrade.

A todo o corpo docente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, por me capacitar como Engenheiro.

À FAPERJ/CNPQ pelos recursos fornecidos para viabilização deste projeto.

À todos que de certa forma contribuíram para a realização deste projeto.

PAULO HENRIQUE SILVA PINTO

AGRADECIMENTOS

Eu, Roberto Wu Mok gostaria de agradecer as várias pessoas que me ajudaram e conviveram comigo durante esse tempo de estudo na faculdade.

Gostaria de agradecer aos meus pais Mok Chi Yeong e Wu Bi Xian, por sempre estarem comigo nas melhores e piores horas e nunca desconfiaram da minha capacidade para a conclusão desta fase da minha vida.

Gostaria de agradecer ao meu irmão Jorge Wu Mok, meus amigos de longa data Michel Cheung, Henrique Rudolf Tutumi, Lucas de Azevedo Fraga, Guilherme de Oliveira Ferreira, Marcos Rohling, Ralph Ikejiri e aos meus primos Luis Mo Honwa e Antônio por sempre estarem presentes no meu dia a dia, conversando e dispostos a ajudar sem restrições.

Gostaria de agradecer aos meus colegas que iniciaram os estudos comigo, Euler Sant'Anna Ferreira, João Pedro Gonçalves Freitas, Kaian Siqueira Badaró, Roberto Rangel da Silva e Rodrigo e Alvim Alexandre e aos colegas que eu conheci durante esse árduo curso, Alane Villar Damasceno, Celso Santana Santos Peireira, Davi Rodrigues de Souza, Domingos Sávio Mattos de Andrade, Filipe Pais dos Santos, Fernando Marapodi Eira, Mariana do Santos Vieitos, Monira Andrade Gonçalves, Natasha de Oliveira Medeiros, Noemi da Paixa Pinto, Raphael Magno de Andrade, Thiago Gouveia Saraiva entre outros que fizeram parte da minha vida durante esse percurso.

Gostaria de agradecer ao meu colega que iniciou a faculdade comigo e dupla de projeto Paulo Henrique Silva Pinto por ter ajudado em meus estudos e de ter me dado o privilégio de trabalhar neste projeto.

Gostaria de agradecer aos meus orientadores e professores José Paulo Vilela Soares da Cunha e Lisandro Lovisolo, por terem fé na minha capacidade na conclusão deste trabalho.

Gostaria de agradecer a FAPERJ/CNPQ pelos recursos fornecidos para viabilização deste projeto.

Mais uma vez agradeço a todas as pessoas com quem eu tive o privilégio de estudar e conviver durante esse ciclo que se está por se encerrar na minha vida.

ROBERTO WU MOK

RESUMO

PINTO, Paulo Henrique Silva; MOK, Roberto Wu. *Projeto de uma Embarcação Multicasco Teleoperada*. Projeto (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Neste projeto é desenvolvida uma embarcação multicasco teleoperada movida a energia elétrica, com fins de monitoração ambiental e defesa. A embarcação é composta por dois caiaques, uma estrutura de junção, um guincho elétrico, baterias recarregáveis, propulsores elétricos, uma câmera, um roteador, circuitos acionadores dos propulsores e do guincho, microcontrolador Arduino, uma central de comando e quatro painéis fotovoltaicos. É descrita a escolha de cada componente, que foi realizada por meio de um estudo comparativo com as características de cada um dos candidatos e por fim a escolha do que melhor se adaptou ao projeto. As instruções para a montagem do protótipo também são descritas.

Palavras-chaves: USV. Integração. Multicasco. Sistema de Videos. Comunicação.

ABSTRACT

PINTO, Paulo Henrique Silva; MOK, Roberto Wu. *Projeto de uma Embarcação Multicasco Teleoperada*. Projeto (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

In this project a teleoperated multihull vessel moved by electricity is developed, for environmental and defense purpose. The vessel consists of two kayaks, a junction structure, an electric winch, batteries, thrusters, a camera, a router, trigger circuits for the thrusters, a Arduino microcontroller , an central control unit and four photovoltaic panel. It is described the choice of each component, which was made by comparative studies of each characteristics, finally the choice was what fit better the project. It is described the instructions to assembly the prototype.

Keywords: USV. Integration. Multihull. Video System. Communications.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1: Embarcação não Tripulada Fabricada pela ASV Ltd (extraído da ASV).....	14
Figura 1. 2: Embarcação não Tripulada Fabricada pela <i>Hole Science Center</i>	14
Figura 1. 3: Embarcação não Tripulada Fabricada pela CSA.	15
Figura 1. 4: ASV Desenvolvido por Jianhua Wang, Wei Gu, Jianxin Zhu.....	15
Figura 2. 1: Diagrama de Blocos dos Componentes da Embarcação.....	17
Figura 2. 2: Caiaque Brudden <i>Hunter Fishing</i> Caiaque Hunter Fishing.....	19
Figura 2. 3: Estrutura de Junção (extraído http://projetocatamara.wordpress.com).....	21
Figura 2. 4: Proa (extraído http://img.bomnegocio.com/images/23/2366603443.jpg).	21
Figura 2. 5: Projeto da Estrutura de Junção dos Caiques.....	22
Figura 2. 6: Estrutura de Junção (extraído de http://projetocatamara.wordpress.com).....	23
Figura 2. 7: Estrutura de Junção com os Caiques.....	23
Figura 2. 8: Âncora <i>Bruce</i> Galvanizada	25
Figura 2. 9: Guincho Elétrico Náutico <i>South Pacific</i> 700 watts modelo FS -710 horizontal....	26
Figura 2. 10: Propulsor Elétrico <i>Phantom</i> 54 LBs – Água salgada.....	29
Figura 2. 11: Bateria Moura <i>Boat</i> 12MB105.....	31
Figura 2. 12: Câmera Modelo SEG-15 SO IR D/N.....	32
Figura 2. 13: Câmera Samsung SNP-6320.....	34
Figura 2. 14: Câmera Speed Dome VSD 1000 36x.....	34
Figura 3. 1: Desenho que representa a disposição dos relés e pontes retificadoras em relação aos fios do propulsor e alimentação extraído do texto elaborado por Hendrik Jürgen Schultze para o estudo do motor.	38
Figura 3. 2: Relés para Acionamento do Propulsor.....	39
Figura 4. 1: Arduino Utilizado no Projeto.....	40
Figura 4. 2: Potência de Recepção x Distância em km para o Roteador TL-WDR4300.....	46
Figura 4. 3: Potência de Recepção x Distância em km para o Roteador AWK-5232.....	47
Figura 4. 4: Alcance do Sinal de acordo com a Taxa de Transmissão de Dados.....	48
Figura 4. 5: TL-WDR4300	49
Figura 4. 6: Diagrama de Blocos da Comunicação.	49
Figura 5. 1: Controle via <i>Browser Internet</i>	51
Figura 5. 2: Controle via <i>Software</i>	51
Figura 5. 3: Ligação da <i>Speed Dome</i> com o <i>Notebook</i>	52
Figura 5. 4: Placa Responsável por Receber a Alimentação e a Comunicação da <i>Speed Dome</i>	53
Figura 5. 5: Endereço MAC.	53
Figura 5. 6: Tensão de Alimentação de 20V na Câmera Speed Dome.	54
Figura 5. 7: Tensão de Alimentação de 30V na Câmera Speed Dome.	54
Figura 6. 1: Fios de Alimentação do Guincho Elétrico.....	55
Figura 6. 2: Ligação do guincho para realização dos testes.	56
Figura 6. 3: Desenho representando a disposição dos relés e pontes retificadoras em relação aos fios do guincho elétrico e alimentação.....	57
Figura 7. 1: Diagrama de blocos do sistema elétrico da embarcação.....	61

Figura 7. 2: Diagrama Elétrico 12 V DC.....	62
Figura 8. 1: Estrutura e Posicionamento Escolhido para o Projeto.	64
Figura 8. 2: Disposição dos Painéis Solares.	65
Figura 8. 3: Estrutura dos Painéis.	65
Figura 8. 4: Vista Frontal da Estrutura e da disposição da Câmera e Antenas.....	66
Figura 8. 5: Vista Superior da Estrutura e da disposição da Câmera e Antenas.	66
Figura A. 1: Caiaque Lontras	75
Figura A. 2: Caiaque Barracuda	75
Figura A. 3: Caiaque Orca duplo.....	76
Figura A. 4: Caiaque <i>Hunter Fishing</i>	76
Figura A. 5: Caiaque Neo	77
Figura A. 6: Caiaque Rio (Inflável).....	77
Figura A. 7: Smart Cat.....	78
Figura B. 1: Guincho Elétrico Náutico 700 watts modelo FS -710 horizontal	80
Figura B. 2: Guincho Elétrico Náutico 700 watts modelo <i>Lewmar CPX</i>	80
Figura B. 3: Guincho Elétrico Náutico 700 watts modelo Pro Va 1000	81
Figura B. 4: Guincho Elétrico Náutico 700 watts modelo <i>Fisherman 25</i>	81
Figura C. 1: Projeto 1.	83
Figura C. 2: Projeto 2.	84
Figura C. 3: Projeto 3.	85
Figura C. 4: Projeto 4.	85
Figura C. 5: Projeto 5.	86
Figura C. 6: Diagrama Elétrico 12V.....	88
Figura C. 7: Diagrama Elétrico 24V.....	89
Figura C. 8: Esquema Elétrico dos Relés de Acionamento dos Propulsores.	90
Figura C. 9: Configuração série em linha com os painéis em paralelo desenvolvido pela Engenheira Mayra da Veiga Peixoto Pereira para o projeto Sistemas de Eletrônica de Potência para Barco Teleguiado Baseado em Módulos Solares Fotovoltaicos.....	90
Figura D. 1: Capa de Borracha para Proteção dos Terminais da Bateria	92
Figura D. 2: Caixa Estanque para Bateria	92
Figura D. 3: Caixa de Fusíveis	93
Figura D. 4: Caixa Estanque.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1: Características do <i>Hunter Fishing</i> .	20
Tabela 2. 2: Tabela comparativa das âncoras.	25
Tabela 2. 3: Características da Câmera Analógica.	33
Tabela 2. 4: Características de Câmeras IP.	34
Tabela 3. 1: Especificações Técnicas do Propulsor Elétrico <i>Phantom 54 lb - Água Salgada</i> .	36
Tabela 3. 2: Valor em Ampere em cada fio do motor e Tensão na Bateria extraído do texto elaborado por Hendrik Jürgen Schultze para o estudo do motor.	37
Tabela 3. 3: Alimentação dos Fios Provenientes das Bobinas extraído do texto elaborado por Hendrik Jürgen Schultze para o estudo do motor.	37
Tabela 4. 1: Especificações Técnicas dos Roteadores.	45
Tabela 4. 2: Nível de Potência de Recepção x Distância Utilizando o Roteador TL-WDR4300.	46
Tabela 4. 3: Nível de Potência de Recepção x Distância Utilizando o Roteador AWK – 5232.	47
Tabela 5. 1: Especificações Técnicas da Speed Dome VSD 1000 36X.	50
Tabela 6. 1: Alimentação dos Fios Provenientes do Motor do Guincho Elétrico.	56
Tabela 7. 1: Equipamentos da Embarcação e o Peso Total.	58
Tabela 7. 2: Especificações Técnicas do <i>Netbook</i> Samsung NC215-PD1.	60
Tabela 7. 3: Corrente dos Equipamentos.	63
Tabela 7. 4: Dimensionamento dos Fios.	63
Tabela A. 1: Características dos Cascos.	78
Tabela C. 1: Descrição dos Equipamentos para Junção dos Cascos.	87
Tabela C. 2: Dimensionamento dos Fios.	91
Tabela D. 1: Descrição dos Equipamentos para Montar as Estrutura.	94

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1.1 – Objetivo	15
1.2 – Organização do Texto	16
COMPONENTES DA EMBARCAÇÃO	17
2.1 – Estudo dos Cascos	18
2.1.1 – Disposição de Cascos	18
2.1.2 – Tipos de cascos.....	18
2.1.3 – Casco Escolhido	19
2.1.4 – Estrutura de Junção dos Cascos	20
2.2 – Ancoragem	23
2.2.1 – Estudo das Âncoras	24
2.2.1.1 – Estudo do Terreno	24
2.2.1.2 – Modelo de Âncora.....	24
2.2.1.3 – Peso da Âncora.....	25
2.2.1.4 – Âncora Escolhida	25
2.2.2 – Guincho Elétrico	26
2.2.2.1 – Tipo de Guincho Elétrico	26
2.2.2.2 – Guincho Elétrico Escolhido	26
2.3 – Propulsão	27
2.3.1 – Tipo de motor	27
2.3.2 – Propulsor Escolhido	29
2.4 – Bateria	29
2.4.1 – Tipos de Bateria	30
2.4.2 – Bateria Escolhida.....	31
2.5 – Sistema de Vídeo	32
2.5.1 – Sistema de Captação de Imagem DVR	32
2.5.2 – Câmera IP.....	33
2.5.3 – Câmera escolhida	35
ESTUDO DO PROPULSOR	36
3.1 – Estudo do Propulsor	36

SISTEMA DE COMUNICAÇÃO	40
4.1 – Rádio	41
4.2 – Rádios PTP (Point-To-Point)	42
4.3 – WLAN	42
4.4 – Determinação do Alcance	42
4.5 – Roteadores	44
4.6 – Escolha do Equipamento de Comunicação	48
4.7 – Diagrama de Blocos da Comunicação do projeto	49
ESTUDO DA CÂMERA EMBARCADA	50
5.1 – Estudo da Câmera	50
5.2 – Teste da Câmera em rede	53
5.3 – Alimentação da Câmera	54
ESTUDO DO GUINCHO ELÉTRICO	55
6.1 – Estudo do Guincho Elétrico	55
6.2 – Acionamento do Guincho Elétrico	56
INTEGRAÇÃO DOS COMPONENTES DA EMBARCAÇÃO	58
7.1 – Microcontrolador	59
7.2 – Computador	59
7.3 – Rotina de Acionamento	60
7.4 – Comunicação entre Pontos dos Sistemas	61
7.5 – Corrente de Operação e Total	61
DIAGRAMAS MECÂNICOS	64
8.1 – Equipamentos para Junção dos Cascos	67
CONCLUSÕES	68
9.1 – Trabalhos Futuros	68
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICES	73
APÊNDICE A – ESCOLHA DO CASCO	73
APÊNDICE B – ESCOLHA DO GUINCHO ELÉTRICO	79
APÊNDICE C – DIAGRAMAS MECÂNICO E ELÉTRICO	83
APÊNDICE D - MISCELÂNEA	92

INTRODUÇÃO

Para realizar o monitoramento ambiental, cientistas necessitam dispor de uma grande quantidade de informações e ferramentas de aquisição de dados, de forma a poder investigar os processos complexos associados aos fenômenos naturais, em especial à atmosfera e aos oceanos. Esses fenômenos são obtidos através de observações remotas com o uso de satélites e de observações experimentais em uma escala de tempo muito grande, o que pode proporcionar dados válidos, mas imprecisos. Sendo assim, as coletas de dados no próprio local (*in loco*) são necessárias para obter exatidão e calibrar os instrumentos de monitoração remota (Higinbothan et al., 2009).

Medições *in loco*, há muito tempo são coletadas por embarcações de pesquisa e bóias, mas isso vem se tornando ultrapassado, pois embarcações de pesquisas apresentam um custo elevado e bóias têm o inconveniente de serem fixas ou nômades (conduzidas pela ação das correntezas e dos ventos) e necessitam de muito trabalho para o lançamento, manutenção e operação (Schultze, 2012).

Os avanços na área da automação e o interesse em um sistema global de observações dos mares, rios e oceanos têm estimulado o desenvolvimento de veículos autônomos de pesquisa como: embarcações de superfície autônomas, submarinos, aviões e drones (Schultze, 2012).

Como o Brasil possui amplo território com cerca de 50.000 km² de água, 9.000 km de costa e imensa diversidade de espécies de fauna e flora aquáticas, o desenvolvimento de ferramentas e métodos relacionados à questão da água é de interesse nacional. Nesse contexto, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC) pesquisa e desenvolve veículos aquáticos para tarefas principalmente relacionadas ao monitoramento ambiental e ao controle de fronteiras (Xavier, 2012).

As embarcações de superfície são divididas de acordo com o método através do qual são controladas podendo ser:

- ASVs (*Autonomous Surface Vehicle*);
- USVs (*Unmanned Surface Vehicle*);

USV e ASV são veículos que operam na superfície aquática sem tripulação a bordo, os ASV são amplamente utilizados nas áreas militar, segurança pública, proteção ambiental e para a área científica. Esses veículos são dotados de casco, baterias, central eletrônica e motores elétricos para propulsão.

Os USVs são embarcações de superfície não tripuladas com comando humano realizado à distância. Já os ASVs são embarcações de superfície autônomas, que podem realizar uma ou mais tarefas para as quais foram designadas, sem a necessidade de comando humano. As vantagens de veículos não tripulados ou autônomos de superfície são percebidas quando a

obtenção dos dados deve ser feita em zonas muito poluídas ou perigosas e durante longos e monótonos períodos de medições, casos nos quais a presença humana deve ser evitada ou pode levar a erros, especialmente em condições extremas de tempo (Schultze, 2012).

O desenvolvimento de USVs teve início antes da segunda Guerra mundial, mas somente nos anos 90 os projetos de USV começaram a surgir com maior frequência. Isto se deve em parte não só ao progresso tecnológico, mas também impulsionado por uma mudança de paradigma da marinha americana. Recentemente, os USVs têm recebido reconhecimento pelo seu potencial de realizar diferentes missões marítimas eficientemente. Essa tendência pode ser comparada com o desenvolvimento e a proliferação do uso de veículos Aéreos Não Tripulados os UAVs, que atualmente se tornaram uma realidade.

Um exemplo deste tipo de veículo é o projeto *C-Enduro* da ASV Ltd. Esse é um veículo de superfície autônomo de longa duração, mostrado na Figura 1.1, utilizado de forma segura e rentável para coletar informações no oceano, para o apoio à construção naval e levantamentos ambientais. Construído para operar em todos os ambientes marinhos, utilizando tecnologia da captação de energia solar com painéis de alta eficiência, gerando uma potência elétrica de pico de 1200W e combinado com um eficiente casco, feito com uma estrutura de fibra de carbono. Sua autonomia é de 90 dias utilizando energia solar, eólica e diesel (ASV, 2012).

Outro projeto de veículo autônomo de superfície é o projeto IRIS da *Hole Science Center*. Esse veículo, mostrado na Figura 1.2, foi desenvolvido para operar em águas rasas do golfo do México (1 – 5m profundidade), é utilizado para mapear a distribuição de sedimentos superficiais, espessura e morfologia do fundo do mar. O IRIS está configurado com frequência de varredura lateral-sonar *chirp* (100/500 kHz) e sísmica-reflexão *profiler* (4-24 kHz), sonda de feixe único (235 kHz), e uma câmera de vídeo sem fio. A câmera de vídeo baseada em IP tem a funcionalidade de áudio e alto-falante. Ela é usada para evitar obstáculos e comunicação com os velejadores curiosos. O veículo é operado remotamente através de uma rede sem fio para permitir o acompanhamento em tempo real da aquisição de dados (*Hole Science Center*, 2006).

Um exemplo de USV é o projeto da CSA Ltd., no qual desenvolveu um veículo não tripulado marinho, mostrado na Figura 1.3, para coletar dados em locais onde embarcações tradicionais não podem chegar. Esse USV pode ser pré-programado ou controlado remotamente para realizar levantamentos. Os dados podem ser gravados ou transmitidos ao centro de comando. O veículo tem carga, potência e uma banda de dados suficiente para carregar uma variedade de sensores específicos geofísicos e de outras pesquisas científicas (CSA, 2012).

Um exemplo de ASV é o projeto desenvolvido por *Jianhua Wang, Wei Gu e Jianxin Zhu* desenvolvido para realizar monitoramento marinho e pesquisa hidrológica. Nesse projeto foi empregado um catamarã, mostrado na Figura 1.4, que utiliza uma comunicação PTM (*Point To Multipoint*) que satisfaz o protocolo IEEE 802.11, o raio de comunicação atinge até aproximadamente 18km em condições climáticas boas, podendo transmitir imagens e informações de observações em tempo real para a base durante a navegação. Esse veículo está

sendo testados em varias aplicações como: vigilância de porto, amostragem da qualidade da água, levantamento hidrológico, busca e salvamento marítimo (Jianhua, Wein, Jianxin, 2008).



Figura 1. 1: Embarcação não Tripulada Fabricada pela ASV Ltd (extraído da ASV).



Figura 1. 2: Embarcação não Tripulada Fabricada pela *Hole Science Center*.



Figura 1. 3: Embarcação não Tripulada Fabricada pela CSA.



Figura 1. 4: ASV Desenvolvido por Jianhua Wang, Wei Gu, Jianxin Zhu.

1.1 – Objetivo

O objetivo deste projeto de graduação é desenvolver uma embarcação multicasco do tipo catamarã teleoperada de baixo custo, para realizar monitoramento ambiental e defesa, podendo também atuar como uma central para o controle de pequenas embarcações.

1.2 – Organização do Texto

Após esta breve introdução, esse projeto traz mais oito capítulos. No Capítulo 2 são descritos os componentes da embarcação e apresentadas justificativas para o seu emprego nesse projeto. O Capítulo 3 descreve o estudo dos propulsores e o desenvolvimento do circuito para o acionamento dos propulsores. No capítulo 4 são descritos o estudo da comunicação e a justificativa para a escolha dos componentes para o projeto. O Capítulo 5 descreve o estudo, os testes e o controle da câmera. O Capítulo 6 descreve um estudo do guincho elétrico e o desenvolvimento do circuito para o seu acionamento. No Capítulo 7 são descritos a comunicação entre os componentes da embarcação, suas características, a rotina de acionamento dos propulsores e do guincho elétrico. O Capítulo 8 apresenta os diagramas mecânicos do projeto. No Capítulo 9 são apresentadas as conclusões do projeto e sugestões para trabalhos futuros.

COMPONENTES DA EMBARCAÇÃO

Os principais componentes deste projeto de uma embarcação multicasco do tipo catamarã são: Casco, Guincho elétrico, Propulsores, Bateria e Câmera. Os estudos dos componentes essenciais para a construção desta embarcação são apresentados neste capítulo.

Para a escolha dos componentes consideraram-se: as especificações originais do projeto da FAPERJ Embarcações não tripuladas para monitoração ambiental, o custo, a facilidade e a disponibilidade de aquisição no mercado nacional, o custo de manutenção e a facilidade para a montagem dos equipamentos, e o transporte dos componentes, visto que alguns dos testes serão realizados em locais fora do âmbito acadêmico.

A Figura 2.1 ilustra o diagrama de blocos representando os componentes implementados na embarcação e suas respectivas interligações.

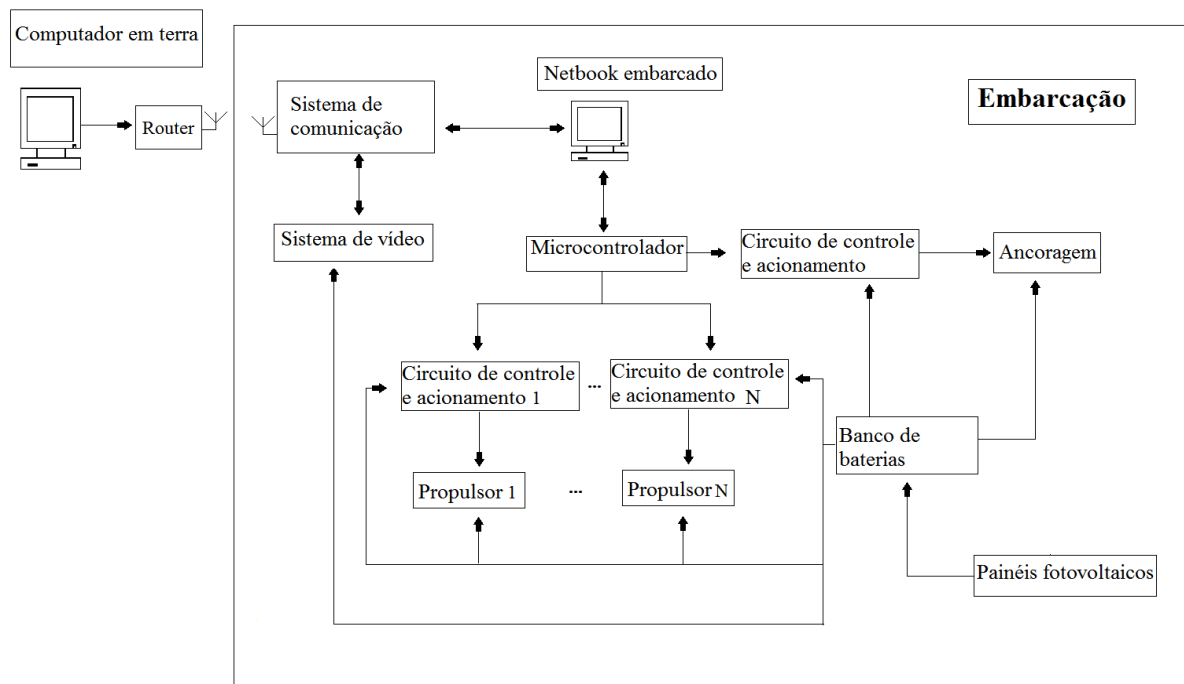


Figura 2. 1: Diagrama de Blocos dos Componentes da Embarcação.

2.1 – Estudo dos Cascos

Neste item são apresentados tópicos a fim de determinar o modelo, o material e a junção dos cascos utilizados no projeto. Cada tópico abordado expõe as características determinantes para a escolha do casco.

Compararam-se cascos disponíveis em nosso mercado, esse estudo encontra-se no Apêndice A e serve como base para apresentar e discutir as vantagens e desvantagens de cada casco.

2.1.1 – Disposição de Cascos

A configuração proposta para o projeto foi de uma embarcação multicasco do tipo catamarã, que poderá possuir até quatro propulsores, o projeto inicial considera dois propulsores na popa e os outros dois propulsores fixados na parte lateral da embarcação, o que poderá facilitar as manobras. A embarcação será dotada de painéis fotovoltaicos e outros equipamentos para monitoramento e pesquisa de cunho ambiental.

Para escolha do casco foram levados em consideração os seguintes fatores:

- Capacidade de carga;
- Durabilidade dos materiais;
- Baixo custo;
- Facilidade para a junção dos cascos;
- Disponibilidade no mercado;
- Facilidade de transporte;
- Área para colocação de painéis fotovoltaicos.

2.1.2 – Tipos de cascos

Neste tópico é abordado o estudo sobre os tipos de cascos, tendo como opções as embarcações de polietileno, infláveis e mini-veleiro.

A embarcação constituída de fibra de vidro ou plástico apresenta suas principais características a leveza, facilidade de transporte, variedade na estrutura, baixo custo e alta resistência à compressão e possui projetos já desenvolvidos para a junção de cascos. A embarcação do tipo caiaque em sua maior parte é composta pelos materiais citados acima, além da facilidade de se encontrar no mercado nacional. A desvantagem de uma embarcação constituída de fibra de vidro ou plásticos são a pouca rigidez estrutural, o que pode ocasionar uma deformação quando submetido a esforços.

A embarcação inflável apresenta como principais características a facilidade do transporte, se considerarmos os flutuadores vazios, outra vantagem é a velocidade uma vez grande parte da embarcação se encontra sobre a água. As desvantagens são o alto preço de aquisição, pouca durabilidade e a dificuldade na junção dos cascos.

A embarcação mini-veleiro apresenta como principais características, a maior resistência já que não há necessidade de fazer uma junção, já é um catamarã, e possui uma grande capacidade de carga. As desvantagens são a dificuldade de transporte, o alto custo para aquisição e o maior peso, se comparados as outras embarcações.

Dentre as características citadas acima, o tipo de embarcação escolhido para o projeto foi o caiaque de polietileno. Os principais pontos para a tomada de decisão foram baixo custo, facilidade de aquisição e o peso.

2.1.3 – Casco Escolhido

Dentre as características citadas acima o casco escolhido foi o Brudden *Hunter Fishing* da Figura 2.2, por apresentar uma boa área para fixação dos painéis fotovoltaicos e por sua relação carga comprimento. Na Tabela 2.1 são apresentadas as características do casco escolhido.



Figura 2. 2: Caiaque Brudden *Hunter Fishing* Caiaque Hunter Fishing extraído de http://images.tcdn.com.br/img/img_prod/352403/_250_3_20140402190236.jpg

Tabela 2. 1: Características do *Hunter Fishing*.

Custo	R\$1.650,00
Dimensões (C x L)	3,15m x 0,80m
Peso	18kg
Capacidade de carga	190kg

2.1.4 – Estrutura de Junção dos Cascos

Neste item é definido a estrutura responsável pela junção entre os cascos. Esta junção deve apresentar as seguintes características:

- Rigidez da Estrutura;
- Facilidade na Montagem;
- Facilidade de Transporte;
- Suporte para os Painéis Fotovoltaicos;
- Resistência a Corrosão.

Para a fixação da estrutura de junção entres os caiques foram estudados e analisados os melhores pontos para distribuição de peso, de modo que os cascos não fossem perfurados, pois uma perfuração no mesmo pode danificá-los e aumentar a probabilidade de possíveis infiltrações futuras.

Na popa aproveitaremos os furos estruturais que vazam o caiaque *Hunter Fishing*, para fazer a fixação da estrutura com o caiaque como ilustrado na Figura 2.3.



Figura 2. 3: Estrutura de Junção (extraído <http://projetocatamara.wordpress.com>).

Na proa aproveitaremos os furos estanques que o caiaque apresenta, ilustrado na Figura 2.4, para fixação da estrutura com o caiaque.



Figura 2. 4: Proa (extraído <http://img.bomnegocio.com/images/23/2366603443.jpg>).

O material escolhido para estrutura de junção são perfis de alumínio (pois apresenta boa resistência a maresia) de formato retangular cujas dimensões são (0,01 m x 0,05 m x 0,003 m) e são fixados nos furos estruturais. O projeto da fixação é mostrado na Figura 2.5, onde suas dimensões são (3,0 m x 1,7 m). A Figura 2.6 representa como será a estrutura da junção entre os cascos. Os detalhes e os equipamentos necessários para realizar está junção serão apresentados no Capítulo 8.

A distância entre os cascos deve ser obtida através de testes realizados na Lagoa, onde a escolha será dada pela distância para a qual a embarcação apresentar a menor perda de arrasto.

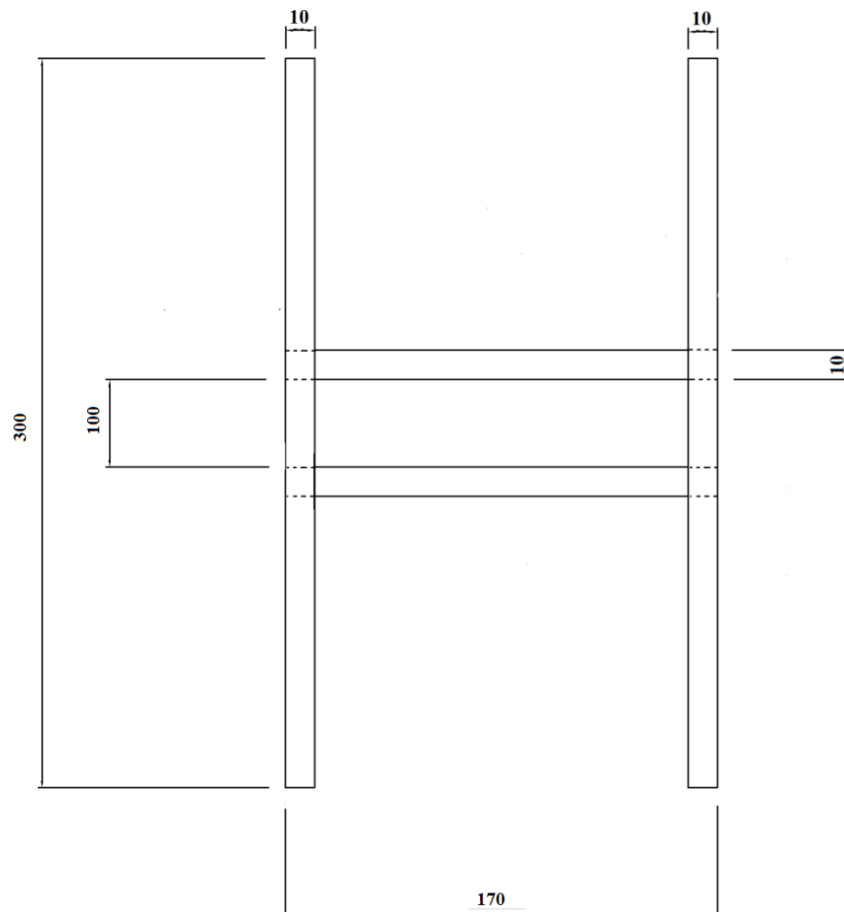


Figura 2. 5: Projeto da Estrutura de Junção dos Caiques.



Figura 2. 6: Estrutura de Junção (extraído de <http://projetocatamara.wordpress.com>).

Na Figura 2.7 é ilustrado a vista superior da projeção de como é interligado a união entre a estrutura de junção e os caiaques, para montar o catamarã.

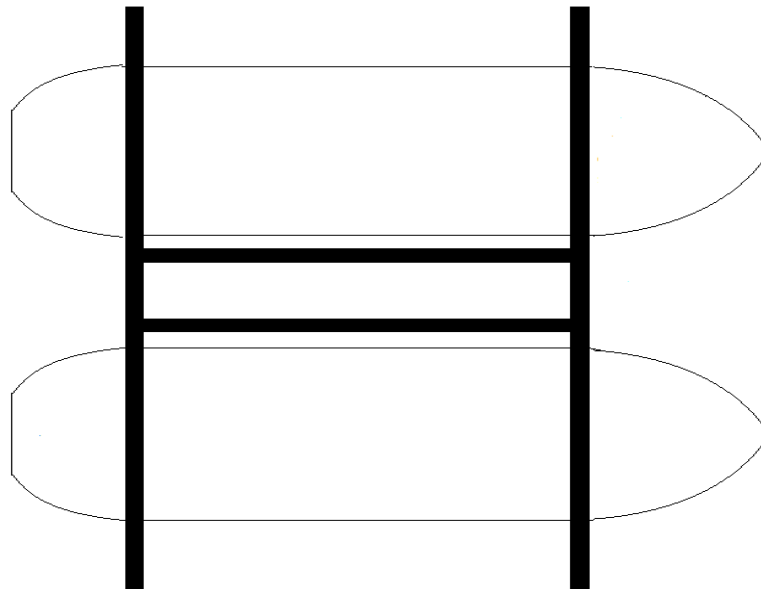


Figura 2. 7: Estrutura de Junção com os Caiaques

2.2 – Ancoragem

Neste item é apresentado o modelo de âncora, seu peso e o guincho elétrico que serão utilizados na embarcação. Cada tópico abordado abaixo expõe as características determinantes para as escolhas de projeto do sistema de ancoragem.

Compararam-se os guinchos disponíveis no mercado nacional. O estudo realizado encontra-se no Apêndice B, de forma a avaliar as vantagens e desvantagens de cada guincho.

2.2.1 – Estudo das Âncoras

A ancoragem é um fator fundamental para uma navegação segura, por isso, é preciso escolher a âncora certa para cada tipo de embarcação e para cada o tipo de fundo no qual você pretende ancorar, afinal é ela quem mantém a embarcação num lugar específico, sem deixá a deriva.

As âncoras são comumente chamadas de "ferros" e são utilizadas para aguentar a embarcação no fundeadouro, evitando que a embarcação seja arrastada por forças externas, como ventos, correntezas ou ondas. A âncora é presa ao guincho através de uma amarra que pode ser de um cabo de fibra sintética, uma corrente de ferro ou uma combinação dos dois materiais. Uma âncora deve ser leve, fácil de guardar a bordo e eficiente.

2.2.1.1 – Estudo do Terreno

Segundo Selinger (2013), os modelos de âncoras mais utilizados são *Bruce*, *Danforth*, *Garateia* e *Folding*, e cada um deles é indicado para um tipo de fundo específico. Se for ancorar em lugares com fundos diferentes é aconselhável utilizar mais de um tipo de âncora.

Em fundos de areia, cascalho e lodo, as indicadas são as âncoras *Bruce* ou *Danforth*. Já em fundos de pedra, deve-se usar âncoras *Garateia* ou *Folding*, pois eles prendem melhor nesse tipo de terreno. Outra opção interessante seria a utilizar duas ancoras, uma na proa e outra na popa, para evitar que a embarcação fique girando, devido a ação dos ventos e movimentos da água.

Como a princípio o catamarã será utilizado na Lagoa Rodrigo de Freitas onde os sedimentos de fundo são predominantemente lamosos, com áreas restritas de sedimentação arenosa na desembocadura dos rios na porção NE da lagoa, nas vizinhanças do canal do Jardim de *Alah* e no setor ESE, devido as características do terreno (Neto; Silva; Dias; Fonseca, 2011), as âncoras mais indicadas são a *Danforth* e a *Bruce*.

2.2.1.2 – Modelo de Âncora

A âncora *Danforth* apresenta como uma das principais características a melhor relação entre peso e resistência de ancoragem, essa âncora possui um bom desempenho em testes de ancoragem, uma vez presa. Ela é muito difícil de se puxar a bordo e de fazer ancoragem em locais apertados onde a embarcação não pode girar livremente.

Outra desvantagem é que por ser um modelo articulado, deve-se tomar certos cuidados adicionais. Deve-se evitar usá-las em paradas longas, onde a embarcação fica ancorada sozinha a sua própria sorte. Um giro de 180° no vento pode fazê-la soltar e não unhar mais, uma vez que há uma pequena probabilidade de pedrinhas e lixo se prenderem entre o cepo e as unhas, travando em posição invertida.

A âncora *Bruce* foi desenvolvida em 1970, inicialmente para ancorar plataformas nas águas agitadas do norte do Atlântico. Esse tipo de âncora é muito utilizado para locais de fundos de areia e lodo, *SAIL* (2006), ela apresenta facilidade de se ajustar rapidamente e liberar-se sem

sempre travar. A vantagem que ela possui em relação a *Danforth* é que além de ancorar mais forte necessita de metade da amarra, já como uma desvantagem possui uma relação entre peso e resistência ruim.

Na Tabela 2.2 são apresentados modelos de âncoras disponíveis em nosso mercado com suas principais características.

2.2.1.3 – Peso da Âncora

A importância do peso é relativa, pois o que garante uma boa ancoragem é a capacidade da âncora unhar ao fundo e não somente o seu peso. De acordo com dados e informações pesquisadas o peso escolhido para a âncora foi de 2kg, pois com esse peso podemos garantir que a embarcação ficará ancorada e o guincho conseguirá puxar este peso sem danificar o motor.

Tabela 2. 2: Tabela comparativa das âncoras.

Garra	<i>Danforth</i> Galvanizada	<i>Bruce</i> Galvanizada	<i>Grapple</i> Galvanizada	<i>Folding</i>
Custo (R\$)	128,74	86,48	80,85	118,80
Peso (kgf)	2,7	2	1,4	2
Quantidade de garras	2	3	4	4

2.2.1.4 – Âncora Escolhida

Considerando os itens citados acima a âncora escolhida para a embarcação foi o modelo *Bruce* Galvanizado de 2kgf mostrado na Figura 2.8.



Figura 2. 8: Âncora *Bruce* Galvanizada extraído de http://www.aquillamaris.com.br/fotos/000562_1.jpg

2.2.2 – Guincho Elétrico

O guincho elétrico é responsável por lançar e puxar a âncora. Antigamente, tirar a âncora da água só era possível com a força dos braços, hoje em dia, mesmo em embarcações de pequeno porte, o cansativo trabalho de puxar a âncora ganhou um aliado, o guincho elétrico, pois com ele, mesmo em situações adversas, puxar a âncora tornou-se uma tarefa mais simples, além de mais rápida e eficiente.

2.2.2.1 – Tipo de Guincho Elétrico

Os guinchos elétricos utilizam dois tipos de motores DC (corrente contínua): os de imã permanente e os tipo série, que são alimentados por baterias de 12V ou 24V. Todos os motores elétricos DC usados nos guinchos elétricos são compostos por um estator e um rotor. No estator ficam os pólos do motor que têm a função de produzir um campo magnético fixo afim de interagir com as bobinas do rotor. No rotor, as bobinas presentes são alimentadas através de escovas que em contato com o comutador, alimentando-o para gerar o campo necessário para rodá-lo.

A diferença entre o motor de imã permanente e o motor tipo série, é que no primeiro o estator é constituído de imãs e no tipo série de bobinas.

2.2.2.2 – Guincho Elétrico Escolhido

Analisando as características de guinchos elétricos presentes no mercado, apresentados no Apêndice B, o guincho escolhido para equipar a embarcação foi o modelo *Fisherman 25*. Contudo, a dificuldade de aquisição mesmo no mercado nacional tornou sua aquisição proibitiva para o projeto. Foi escolhido então, para equipar a embarcação, o guincho elétrico náutico 700 watts modelo FS -710 horizontal indicado na Figura 2.9, por apresentar facilidade de aquisição e atender as necessidades iniciais do projeto. Este guincho elétrico utiliza como amarra uma corrente de 6mm, conforme especificado no equipamento.



Figura 2. 9: Guincho Elétrico Náutico *South Pacific* 700 watts modelo FS -710 horizontal extraído de http://www.barconovo.com/imagens/barconovo.com/produtos/Guincho/guincho-nautico-para-ancora-700-watts-lanchas-ou-veleiros_MLB-F-2711493425_052012.jpg

2.3 – Propulsão

A propulsão naval é qualquer meio de produção de energia mecânica que permita o deslocamento das embarcações. Esta propulsão pode ser feita por: motor a vapor, motor a diesel, motor elétrico, turbina a gás, vela ou remos.

O sistema de propulsão escolhido para o projeto é composto por propulsores elétricos, que são alimentados por baterias a bordo da embarcação. Para a escolha da propulsão consideraram-se a facilidade de adaptação ao projeto, o pequeno porte, a facilidade de controle dos propulsores, resistência à água salgada e facilidade de aquisição.

2.3.1 – Tipo de motor

Neste item serão apresentadas as principais características dos motores estudados para determinar o tipo de motor a utilizar no projeto para realizar a propulsão da embarcação. Foram considerados os motores presentes em nosso mercado, dentre esses temos os de corrente contínua o de corrente alternada e com escovas e os sem escovas.

Motores de corrente contínua (DC) podem apresentar diversas características devido a sua versatilidade. Através de combinações de seus enrolamentos de campo, o motor pode assumir comportamentos distintos, variando velocidade e acionamento. Devido a facilidade de acionamento esses tipos de motores DC são largamente utilizados nas mais diferentes aplicações (Fitzgerald).

Este tipo de motores são geralmente compostos por um rotor e um estator, onde o fluxo magnético do estator é gerado pelas bobinas de campo por uma corrente contínua, portanto trata-se de um campo magnético cuja intensidade é contínua (Mizuyama, 2012). O rotor também é alimentado por uma tensão contínua e a interação dos campos magnéticos do estator (chamado de campo) e do rotor (chamado de armadura) produzem um conjugado necessário para o acionamento do motor.

Para realizar uma análise mais detalhada sobre motores DC, dividimos em dois sub-grupos, os que possuem a escovas e os sem escovas. Os motores DC sem escovas também conhecidos como *brushless* apresentam diversas vantagens como robustez, ruído reduzido se comparado aos motores DC com escovas, vida útil maior (devida à ausência de desgaste da escova), baixo custo de manutenção, ausência de poeira de carbono, tamanho reduzido e alta eficiência. Suas principais desvantagens são o alto custo de aquisição e seu controle além de ser mais caro é mais complexo.

Os motores DC com escovas apresentam uma operação em quatro quadrantes com custos relativamente baixos, ciclo contínuo mesmo em baixas rotações, ampla variação de velocidade, alto torque na partida e em baixas rotações, facilidade de controle de velocidade, confiabilidade e flexibilidade pois apresentam diversos tipos de excitação. Suas desvantagens são o maior volume ocupado, limitação na dissipação de calor (o que pode afetar o funcionamento do mesmo), maior frequência de paradas para manutenção e a presença de

arcos ou faíscas elétricas, sendo estas duas últimas características em razão da presença das escovas (*Precision MicroControl Corp*).

O outro tipo de motor estudado é o de corrente alternada (AC), estes motores são divididos em quatro categorias sendo elas: assíncrono ou de indução, síncrono, de relutância variável e *brushless AC*.

O motor de indução ou assíncrono de corrente alternada tem sido o motor preferido da indústria desde o princípio do uso da energia elétrica em corrente alternada. O campo magnético variável no estator, induz correntes senoidais nos condutores da gaiola do rotor. Estas correntes induzidas, por sua vez, criam um campo magnético no rotor que se opõe ao campo indutor do estator (Lei de Lenz). Como pólos iguais se repelem, então há uma força no sentido de giro no rotor. O rotor gira com uma velocidade um pouco inferior à velocidade síncrona. Como é um pouco inferior, diz-se que este motor é assíncrono, isto é, sem sincronia. Este tipo de motor alcançou e manteve sua posição em virtude de sua robustez, simplicidade e baixo custo. A linha padrão de motores de indução inclui o popular motor de gaiola de esquilo e o versátil motor de anéis além de variações destes motores básicos como os para aplicação em dupla velocidade, de velocidade variável, para pontes rolantes, prensas e outras aplicações. Suas principais desvantagens são as perdas Joule nos enrolamentos do estator, perdas no ferro do núcleo magnético, perdas por efeito de Foucault e perdas mecânicas pelo atrito e ventilação (Ney E. T. Merheb, 2000).

Os motores síncronos possuem o estator e os enrolamentos de estator (armadura) bastante semelhante aos dos motores de indução trifásicos. Assim como no motor de indução, a circulação de corrente no enrolamento distribuído do estator produz um fluxo magnético girante que progride em torno do entreferro. Porém as bobinas do rotor de um motor síncrono são alimentadas por uma fonte DC através de um sistema de escovas e anéis coletores para criar pólos alternantes e gerar assim um conjugado de forças entre esses campos, fazendo com que o rotor gire. Suas principais vantagens são o alto rendimento em baixas rotações, alto torque, baixo custo de manutenção, velocidade constante nas variações de carga. Já as desvantagens são a sensibilidade a perturbações do sistema e o controle relativamente difícil (WEG, 2003).

Os motores de relutância variável (MRV) são acionados através da diferença da resistência magnética, ou seja, o campo magnético faz com que o fluxo siga o percurso de menor relutância magnética. Suas principais características são a robustez, baixa inércia do rotor e simplicidade construtiva. Suas desvantagens são a necessidade de um sensor de posição do rotor, alto nível de ruído e não linearidades magnética (Jayme, 2011).

Assim como o Brushless DC, o modelo Brushless AC apresenta como principais características o alto rendimento, baixa temperatura de operação, vida útil prolongada, menor volume e peso, possibilidade de operar em grande faixa de velocidades acima da nominal, com potência constante e a impossibilidade da perda de sincronismo. Suas desvantagens encontra-se no custo elevado para aquisição e seu controle complexo e caro (Schultze, 2012).

Analisando as características dos motores apresentadas acima o motor escolhido para a embarcação foi o motor de corrente contínua com escovas. Os pontos determinantes para a escolha foram disponibilidade no mercado nacional, o baixo custo de aquisição, a facilidade de controlar sua velocidade e a fácil manutenção (Schultze, 2012).

2.3.2 – Propulsor Escolhido

O propulsor escolhido para a embarcação foi o *Phantom* marinizado 54 LBs da Figura 2.10



Figura 2. 10: Propulsor Elétrico *Phantom* 54 LBs – Água salgada extraído de http://images.tcdn.com.br/img/img_prod/345995/1440_1_20140515130225.jpg

2.4 – Bateria

As baterias são elementos armazenadores de energia. São utilizadas em sistemas que necessitem de funcionamento ininterrupto. São essências em sistemas isolados, pois outra fonte de energia pode sofrer grandes variações. Também são utilizadas para regulagem e estabilidade da tensão de sistemas (Pereira, 2013).

Basicamente as baterias são dispositivos que convertem energia química em energia elétrica, sob a forma de corrente contínua, quando estão descarregando, e a energia elétrica em energia química quando em carga. Durante o processo de carga e descarga as baterias perdem energia sob a forma de calor, devido às reações químicas internas. Essas reações químicas geram movimentação de elétrons, criando uma corrente elétrica. O fornecimento de energia ocorre até que os matérias que realizam essas reações se esgotem.

Atualmente no mercado existem diferentes tipos e modelos de baterias que podem apresentar diferentes aplicações. Algumas delas são: Chumbo ácido, níquel-cádmio, sódio-enxofre, metal e lítio-íon. Para a escolha do conjunto de armazenamento de energia na embarcação, considerou-se que o mesmo deverá ser composto por baterias recarregáveis para proporcionar

uma vida útil maior do sistema, facilitar a manutenção, apresentar uma relação carga/peso satisfatória e baixo custo de aquisição.

Considerando as características apresentadas acima o modelo de bateria escolhido foi a de Chumbo-ácido, pois são de fácil manutenção, recarregáveis (a fim de proporcionar maior vida útil do sistema) e a facilidade na aquisição.

2.4.1 – Tipos de Bateria

As baterias de chumbo ácido, foram inventadas em 1859 pelo físico francês Gaston Planté, são o tipo mais antigo de bateria recarregável. Elas possuem a mais reduzida proporção entre peso e energia entre todos os tipos de bateria (Pinto, 2010), e uma baixa taxa entre energia e volume, além de apresentar um baixo custo de aquisição. Estas baterias podem ser divididas em três categorias de acordo com o estado do eletrólito, podendo ser: líquido, fibra de vidro absorvida e gel. As de eletrólito líquido podem ser subdivididas em três subcategorias sendo: SLI (*Starting, Lighting, Ignition*), *Deep Cycle* e *Marine Deep Cycle* dependendo da forma de carga, descarga ou número de ciclos.

As baterias SLI (*Starting, Lighting, Ignition*), também chamada de *starting*, são constituídas por chapas finas de chumbo com aspecto esponjoso (para uma maior superfície de contato com o eletrólito), para entregarem uma grande quantidade de energia em um curto espaço de tempo. Essas baterias são utilizadas para o arranque de sistemas, pois este processo necessita de picos altos de corrente. Esta característica tem influência no processo de carga, ou seja, como as placas têm uma superfície maior de contato com o eletrólito, o tempo para a carga é menor (Northern Arizona Wind & Sun, 2010).

As baterias de *Deep Cycle* são constituídas por placas de chumbo grossas e sólidas, esta concepção fornece um pico de corrente menor do que a SLI, porém a corrente é fornecida por um tempo maior. Apresentam a capacidade de descarregar entre 50% a 80% e então serem recarregadas novamente. Estas baterias são indicadas para aplicação domésticas e painéis solares (Northern Arizona Wind & Sun, 2010).

As baterias *Marine Deep Cycle*, são híbridas, situando-se entre as *Starting* (SLI) e as *Deep Cycle*. São utilizadas normalmente em embarcações, para permitir o arranque do motor e para alimentar o sistema elétrico e de iluminação quando o navio está ancorado. (Northern Arizona Wind & Sun, 2010).

As baterias de eletrólitos gel apresentam aditivo de sílica, este é misturado com o eletrólito, formando um gel. No gel, que envolve os eletrólitos, formam-se micro fendas que permitem as reações e recombinações entre as placas positivas e negativas. Estas baterias utilizam a tecnologia VRLA (*Valve Regulated Lead Acid Battery*), ou seja, são seladas e possuem um mecanismo de válvula de regulação que permite o escape dos gases de hidrogênio e oxigênio, durante o processo de carga. Isto torna a bateria mais segura, resistente e capaz de operar em diversas posições. Porém sua desvantagem é que apresenta uma menor taxa de armazenamento de energia quando comparada à outras baterias de chumbo ácido (Janke, 2009).

As baterias AGM (*Absorbed Glass Mat*) são uma evolução das baterias ácidas. Em vez de utilizarem gel, as AGM utilizam uma fina malha de fibra de vidro saturada com ácido e usada como eletrólito. Este tipo apresenta todas as vantagens das baterias com gel, além disto, são mais resistente a impactos e agitações (Northern Arizona Wind & Sun, 2010). Nas baterias AGM, praticamente não existe perda de carga com o tempo se comparadas com as de chumbo ácido comum. Este tipo de bateria tem como características ser recombinante, ou seja, reagrupam o hidrogênio e o oxigênio, que são provenientes dos processos de carga e descarga, em água, não havendo assim perdas do eletrólito (Northern Arizona Wind & Sun, 2010).

2.4.2 – Bateria Escolhida

Considerando as características das baterias de chumbo ácido citadas acima, a bateria escolhida para alimentar os componentes elétricos da embarcação foi a bateria de chumbo ácido com eletrólito líquido do tipo *Marine Deep Cycle*, esta foi escolhida devido a disponibilidade no mercado local, o custo, a facilidade de aquisição, a capacidade de suportar descargas profundas e a facilidade de realizar a carga da mesma (Schultze, 2012).

Dentre as baterias que atendem as características determinadas, foi escolhida a Moura *Boat*12MB105 de 105Ah, indicada na Figura 2.11, cujas especificações segundo o fabricante (Moura, 2014) são:

- Sistema antiexplosão;
- Alta resistência de ciclos de recarga e descarga;
- Maior resistência a altas temperaturas;
- Maior resistência a vibrações, maior durabilidade;
- Tecnologia D2RC (maior tolerância a longos períodos sem recarga);
- Menor peso, facilidade de transporte.



Figura 2. 11: Bateria Moura *Boat* 12MB105 extraído de http://www.ledbaterias.com.br/ecommerce_site/arquivos9997/arquivos/1345465975_1.jpg

2.5 – Sistema de Vídeo

Neste item são apresentados tópicos a fim de determinar a escolha da câmera a partir dos sistemas de vídeo e monitoração que existem em nosso mercado. São apontadas as principais características determinantes da escolha.

Elementos básicos que formam o sistema de visão computacional englobam: aquisição de imagens, armazenamento, processamento, comunicação e exibição de imagens. Em relação ao processamento, pode-se destacar que certas aplicações como o melhoramento da qualidade de imagem, compactação das imagens para transmissão, restauração das imagens para eliminar efeitos de degradação e extração de características das imagens. Neste projeto visa-se a utilização do sistema de visão para a teleoperação da embarcação e a coleta de imagens para o monitoramento e pesquisas.

2.5.1 – Sistema de Captação de Imagem DVR

DVR é o sistema responsável por gerenciar e armazenar imagens de câmeras para aplicações equivalentes. Converte os sinais de vídeo provenientes das câmeras em dados, comprimindo a imagem armazenado-as em disco rígido, além de permitir, em alguns casos, o gerenciamento de dispositivos e sensores via *software*. Com sua capacidade de armazenamento e fácil manutenção, o DVR está rapidamente substituindo os equipamentos analógicos, possibilitando o monitoramento em qualquer lugar do mundo com um simples acesso à *Internet*, permitindo uma busca rápida e eficaz de eventos gravados (SegPrime, 2010).

A Figura 2.12 é um exemplo de câmera de sistema DVR, onde as características desta câmera são apresentadas na Tabela 2.3.



Figura 2. 12: Câmera Modelo SEG-15 SO IR D/N extraído de <http://www.segprime.com/imagens/cftv/camera.jpg>

Tabela 2. 3: Características da Câmera Analógica.

Sinal do Sistema	PAL/NTSC
Sensor de Imagem	1/4" Sony CCD
Linhas de TV	420 Linhas
Lente	6mm
Distância do Infra-Vermelho	10m
Iluminação Mínima	0,01 lux
Razão Sinal/Ruído	52dB ou melhor
Saída de Vídeo	Terminal Vp-p 75
Temperatura de Operação	-20° até 50°C
Fonte de Alimentação	12V DC
Dimensão CCD	32mm*32mm/2P

2.5.2 – Câmera IP

Este item aborda o estudo sobre câmeras IP que podem ser responsáveis pelo sistema de visão da embarcação e para a coleta de imagens.

Câmera IP é um equipamento eletrônico que permite obter imagens por meio de rede local ou pela *Internet*, com o objetivo de monitoramento e gravação. Basicamente este equipamento envolve um sensor de imagem, um circuito de análise e processamento de vídeo.

Destacam-se as funções de transmissão e configuração remota, processos de captura e compactação de imagens, configuração remota, controle de periféricos, atualização de aplicação, detecção de movimento, reconhecimento de faces, análise de movimentação, reconhecimento de objetos estranhos e falta de objetos ou mudança de cena, entre outras. A transmissão se faz através de redes *Ethernet*, com uso de protocolos, em especial o TCP/IP (BRAGA, 2009).

Uma câmera IP oferece diversas vantagens quanto a sua utilização, redução na utilização de banda, uso da infraestrutura de rede existente, utilização de dispositivos de rede *wireless* (*Wi-Fi*), maior confiabilidade na transmissão de imagens possibilidade de *Pan/Tilt/Zoom* integrados, áudio, entradas e saídas digitais. Com resoluções de até 2592 x 1944 ou aproximadamente 5 *Megapixels*, a verificação de detalhes em uma imagem é maior devido a definição e recursos como o *zoom* em parte da imagem (PERES, 2008).

As Figuras 2.13 e 2.14 exemplificam os modelos de câmeras IP encontrados no mercado atual, onde as características desta câmera são apresentadas na Tabela 2.4.

Tabela 2. 4: Características de Câmeras IP.

Modelo da câmera	<i>Speed dome</i> VSD1000 36x	Samsung snp-6320
Sensor de Imagem	Sony 1/4" EXview HAD CCD	1/2.8" 2M PS CMOS
Formato de Imagem	NTSC	NTSC
Pixels Efetivos	768(H) x 494(V)	1,952(H) x 1,236(V), 2.41M pixels / 1,944(H) x 1,224(V), 2.38M pixels
Lente	f = 3,4mm (wide) a 122,4mm(tele), F1.6 a F4.5	f = 3,4mm (wide) a 122,4mm(tele), F1.6 a F4.4
Zoom ótico Zoom Digital	36x 12x(32x com Zoom Otico)	32x 16x
Proteção	IP66	IP66
Taxa de Quadros	30 FPS	60 FPS



Figura 2. 14: Câmera Speed Dome VSD 1000 36x
extraído de
http://www.scala.net.br/content/images/thumbs/0000694_camera-intelbras-speed-dome-vsd-1000-36x-ip-com-zoom-de-36x-e-comunicacao-ip.jpeg



Figura 2. 13: Câmera Samsung SNP-6320
extraído de <http://www.ipphone-warehouse.com/v/vspfiles/photos/SNP-6320-2.jpg>

2.5.3 – Câmera escolhida

Uma das principais características construtivas de um equipamento elétrico a ser analisada em um projeto é o grau de proteção. Esta proteção é definida em duas normas: ABNT NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos e ABNT NBR IEC 60034-5 - Graus de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (Zafalon, 2013).

Essa norma define métodos de ensaios para verificação do nível de proteção provido por um invólucro contra o acesso às partes perigosas, contra a penetração de objetos sólidos estranhos e/ou contra a penetração de água. Os invólucros dos equipamentos são designados por uma simbologia que é composta de uma sigla “IP” (Índice de Proteção) seguida de dois numerais (Zafalon, 2013).

O primeiro numeral define a proteção contra o acesso de pessoas às partes perigosas e o segundo numeral define a proteção contra penetração de água, a qual poderia danificar o equipamento (Zafalon, 2013).

Analisando o índice “IP” fornecido pela fabricante, a câmera apresenta um invólucro que é totalmente protegido contra poeira e a projeção de água semelhante a vaga do mar.

Dentre as características apresentadas acima a câmera escolhida para o projeto foi um modelo IP, pois não necessita obtermos um equipamento adicional, já que esta não necessita passar por uma central que realize o processamento.

O modelo da câmera escolhida foi a *Speed Dome VSD 1000 36X* por atender as necessidades do projeto, pela facilidade de aquisição, por apresentar a proteção IP66.

ESTUDO DO PROPULSOR

Neste capítulo são apresentados o estudo sobre o propulsor escolhido para a embarcação e o projeto do circuito responsável pelo acionamento do propulsor, que foram realizados no projeto de uma Embarcação Teleoperada realizada pelo Hendrik (Schultze, 2012).

O propulsor escolhido foi *Phantom* marinizado 54 lbs, cujas características técnicas são apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3. 1: Especificações Técnicas do Propulsor Elétrico *Phantom* 54 lb - Água Salgada.

Propulsor Elétrico Phantom 54 lbs – Água Salgada	
Tensão (V)	12
Potência (kgf)	24,49
Posições à Frente	5
Posições à Ré	2
Peso (kg)	12
Comprimento da Haste (cm)	106,88
Hélice	Plástica com 3 pás

3.1 – Estudo do Propulsor

O acionamento do propulsor é originalmente realizado através de uma chave seletora que apresenta sete posições, sendo cinco para frente e duas para ré.

De acordo com Schultze (2012) para uma análise do consumo de corrente do propulsor sob carga, foi realizado um experimento no qual o propulsor era diretamente ligado à bateria e submerso, para simulação de uma condição de uso. Para a realização desse experimento foi necessária a utilização de um osciloscópio e duas pontas de prova de corrente para medir a corrente em cada posição da chave seletora. A Tabela 3.2 foi confeccionada através dos resultados obtidos no experimento, medição da corrente em cada fio do propulsor e da bateria para as diferentes posições da chave seletora.

Tabela 3. 2: Valor em Ampere em cada fio do motor e Tensão na Bateria extraído do texto elaborado por Hendrik Jürgen Schultze para o estudo do motor.

Corrente por Fio	Posição da chave seletora						
	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4	Posição 5	Ré 1	Ré 2
Amarelo (A)	10	11	0	-5	0	0	0
Vermelho (A)	0	10	0	6	30	0	-30
Azul (A)	0	-10	18	19	0	-16	0
Preto (A)	-10	-11	-18	-19	-30	17	30
Bateria (A)	10	10	18	19	30	17	30
Tensão da Bateria (V)	12,3	12,3	12,1	12,3	12,3	12,2	12,0

A Tabela 3.3 foi feita utilizando os dados obtidos nas Tabelas 3.2, Esta Tabela representa a alimentação de cada um dos fios que são provenientes da bobina em relação as quatro posições da chave seletora (Frente 1, Frente 5, Ré 1 e Ré 2). A escolha destas velocidades foi pautada no menor gasto com a compra de componentes e menor perda de opções de velocidades (Schultze, 2012).

Tabela 3. 3: Alimentação dos Fios Provenientes das Bobinas extraído do texto elaborado por Hendrik Jürgen Schultze para o estudo do motor.

Fio	Posição da chave seletora				
	Frente 1	Frente 5	Ré 1	Ré 2	Repouso
Amarelo	Positivo	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo
Vermelho	Aberto	Positivo	Aberto	Negativo	Aberto
Azul	Aberto	Positivo	Negativo	Negativo	Aberto
Preto	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo

Legenda: Positivo: Ligação com polo positivo da bateria; Negativo: Ligação com o polo negativo da bateria; Aberto: Não existe corrente.

O circuito da Figura 3.1 foi projetado para atender a Tabela 3.3, utiliza-se os seguintes relés DNI 0115 (N1 e N4) e DNI 0102 (N2 e N3). A Figura 3.1 ilustra o propulsor com os relés. O acionamento é realizado por relés de ação simples e dupla (Schultze, 2012), pois considerou-se as seguintes características:

- A simplicidade do conjunto;
- O preço dos componentes;
- O fato do propulsor apresentar uma corrente pelas bobinas de aproximadamente 30A em pleno funcionamento.

Neste circuito acrescentou-se um par de pontes retificadoras, ilustrada na Figura 3.1, com 4 diodos (modelo SKB 25/02 da *Semikron*) que atuam como diodos de circulação, também conhecidos como diodo de *Free-Weeling*, estes diodos foram utilizados para evitar que as correntes provenientes da bobina dos propulsores danifiquem os contatos dos relés durante a comutação.

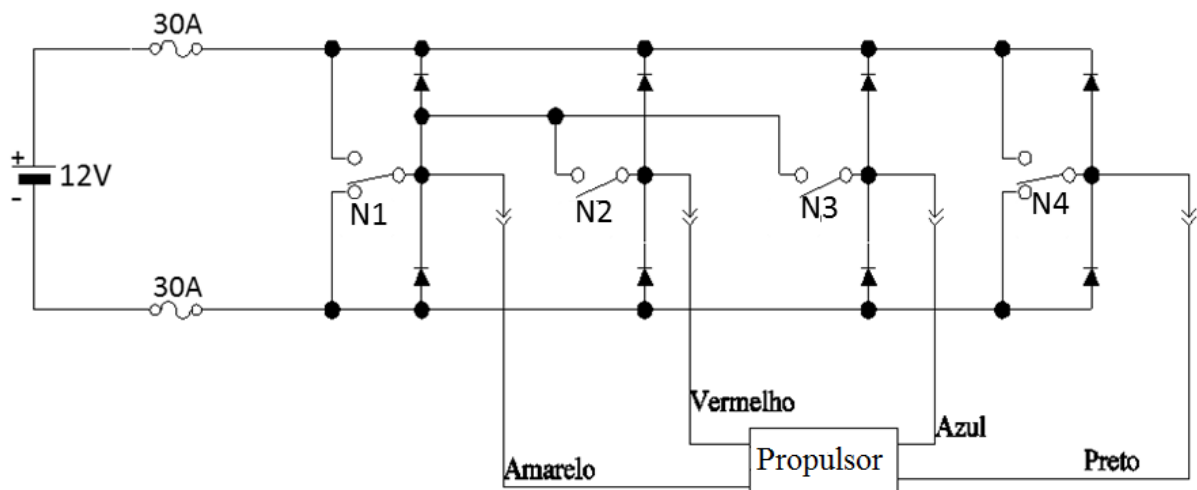


Figura 3. 1: Desenho que representa a disposição dos relés e pontes retificadoras em relação aos fios do propulsor e alimentação extraído do texto elaborado por Hendrik Jürgen Schultze para o estudo do motor.



Figura 3. 2: Relés para Aacionamento do Propulsor.

SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

O sistema de comunicação é uma infraestrutura de *hardware* e *software* usada para transferir informações entre duas ou mais entidades. A interconexão pode ser feita através de meio físico que permita transferir informação, como: cabeamento de cobre, fibra ótica, microondas, links de satélites, entre outros (Tapajós, 2012).

A comunicação entre o sistema embarcado e o sistema em terra será implementada visando controlar a embarcação remotamente através de um computador em terra, que por sua vez será comandado por um operador. Esse irá acessar o computador a bordo via *Internet* utilizando o protocolo de rede SSH (*secure shell*) sobre uma rede sem fio e então irá executar o gerenciador do Arduino, que é responsável pelo acionamento dos propulsores e do guincho elétrico, e carregar a rotina de comandos (acionamento). A Figura 4.1 ilustra o Arduino utilizado.

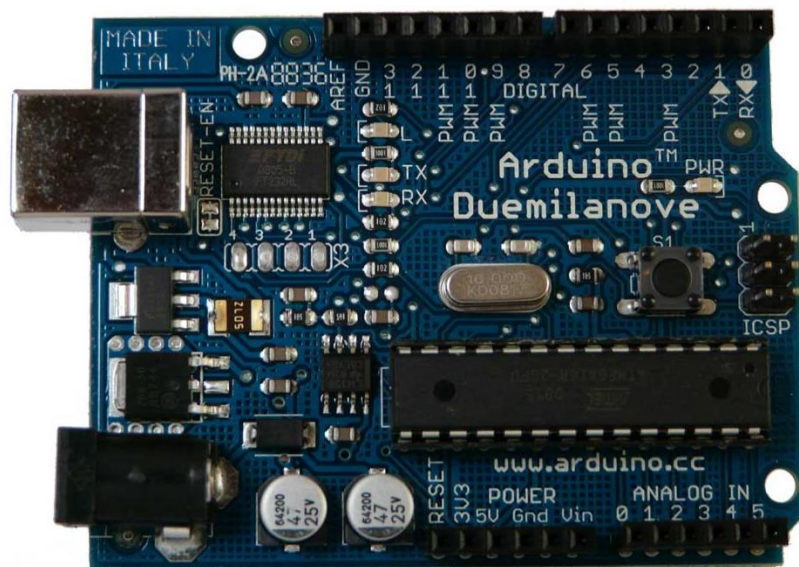


Figura 4. 1: Arduino Utilizado no Projeto.

Vislumbra-se um processo de comunicação da seguinte forma: o operador em terra irá enviar um comando ao microcontrolador através da porta serial. O comando consiste em um caractere pré-definido que a rotina irá interpretar, selecionar uma das opções pré-determinadas e aciona o comando de acordo. Caso o comando não esteja contemplado pelas opções programadas a rotina ignorará o comando.

Em relação à taxa de transferência de informações entre a central de comando e o controle dos propulsores, guincho elétrico e a câmera, neste projeto não existe a necessidade de alta velocidade já que não é crítica a recepção instantânea de informação de operação, pois os locais previstos para o uso da embarcação não deverão apresentar dificuldades que necessitem correção imediata.

4.1 – Rádio

À medida que um sistema wireless se torna necessários no projeto, um entendimento da propagação em rádio-frequência (RF) para propósito de planejamento, torna-se importante. Com a crescente utilização da faixa de 2,4 e 5,0 GHz para comunicação de dados, sobretudo tráfego IP, faz-se necessário o conhecimento dos fenômenos físicos que interferem na comunicação via rádio, bem como, a tentativa de se quantificar através de modelos preditivos a quantidade e o comportamento do enlace.

Ondas de rádio são utilizadas para propiciar comunicação por intermédio da transcepção de informações previamente codificadas em sinal eletromagnético que se propaga através do espaço. Os três elementos básicos que permitem a comunicação entre dois pontos são:

- O Transmissor;
- O Meio de Transmissão;
- O Receptor.

Transmissor: converte a informação que se deseja levar do emissor ao receptor em sinais de características que permita usar no espaço livre como meio de transporte, enviando-os através de uma antena transmissora, para serem recebidos por um receptor;

Receptor: responsável pela decodificação dos sinais eletromagnéticos recebidos do espaço, captados pela antena, transformando-os em ondas sonoras, sinais digitais e/ou analógicos.

Transceptor: um rádio-transceptor, funciona das duas formas, como transmissor e receptor.

A sensibilidade em rádio é para o qual o receptor detectar o sinal recebido a intensidade mínima necessária. A sensibilidade de um receptor, específica a potência de sinal detectável na sua antena. Normalmente a sensibilidade é expressa em watt ou em dBm de intensidade de sinal, na entrada do receptor, para obter-se o sinal com uma certa taxa de erros, no caso de um receptor digital (Pinheiro, 2006).

Largura de banda é a diferença entre a frequência mais alta e a mais baixa do canal de rádio empregado. Quanto maior for a largura de banda de um canal de transmissão, maior será a capacidade de transmissão de informação, uma capacidade de transmissão maior a princípio significa a possibilidade, de desdobrá-la em vários fluxos de mensagens.

Atualmente, a maioria dos sistemas sem fio requer a transmissão e recepção de forma simultânea. Esse tipo de sistemas são denominados bidirecionais. Um sistema *full-duplex* utiliza frequências distintas para a transmissão e recepção, o que facilita a separação entre os sinais que são transmitidos e recebidos, nesse sistema pode-se utilizar uma única antena para transmitir e receber os sinais, devido a esse fato é necessário utilizar um dispositivo duplexador entre o transmissor e o receptor, porém mantendo a conexão desses com a antena.

As antenas são elementos fundamentais em circuitos de rádio-frequência (RF). Através delas a energia é convertida. As antenas podem ser classificadas em omnidirecionais e diretivas. As omnidirecionais ou isotrópicas irradiam ou captam sinais em todas as direções, enquanto que

para as diretivas a irradiação ou captação dos sinais, ocorre preferencialmente em uma direção específica ou em feixes estreitos denominados lóbulos.

4.2 – Rádios PTP (*Point-To-Point*)

Os sistemas de transmissão de dados PTP (*Point-To-Point*) funcionam interligando dois pontos entre si diretamente, sem a necessidade de intermediários. Este tipo de conexão é bastante utilizado para integrar unidades distantes ou que não possuem infraestrutura para sistemas de transmissão de dados via cabo.

As redes ponto-a-ponto são desenvolvidas para suportar as demandas atuais por largura de banda, incluindo soluções de alta velocidade para serviços como *streaming* de vídeo e VoIP. Através de conexões sem fio, é possível obter *links* de dados de alta velocidade e confiabilidade entre dois pares de equipamentos distintos, criando uma rede de transmissão extremamente eficaz.

4.3 –WLAN

Uma WLAN (Wireless Local Area Network) é uma rede local sem fio, implementada como extensão ou alternativa para redes convencionais (cabeadas). Além de disponibilizar a implementação de redes locais, esta tecnologia pode ser utilizada para o acesso à Internet. As WLANs mais comuns são as redes WI-FI (Wireless Fidelity - que significa fidelidade sem fio) e se refere qualquer tipo de rede que utiliza o padrão IEEE 802.11.

O padrão IEEE 802.11 define basicamente uma arquitetura para WLAN que abrange as camadas física e de enlace. Na camada física são tratadas apenas as transmissões com frequência de rádio (RF) e infravermelho (IR), embora outras formas de transmissão sem fio possam ser usadas, como microondas e laser, por exemplo. Na camada de enlace, o IEEE definiu um protocolo de controle de acesso ao meio (protocolo MAC), bastante semelhante ao protocolo usado em redes locais *Ethernet*. O padrão IEEE 802.11 possibilita a transmissão de dados em diferentes taxas, dependendo da versão empregada, e especifica uma arquitetura comum, métodos de transmissão, e outros aspectos de transferência de dados sem fio, permitindo a interoperabilidade entre os diversos produtos WLAN.

WLANs fornecem conexões de rede por meio de ondas de rádio frequência (RF), as faixas de frequência de ondas de rádios utilizadas nessas redes são especificadas pela ITU (International Telecommunication Union). As faixas de frequências de 2,4 GHz e 5,0 GHz são faixas de frequência que não precisam ser licenciadas para uso de comunicações, por isso são usadas para WLAN (Salvo, 2014).

4.4 – Determinação do Alcance

Para determinar o alcance do sinal precisamos verificar os seguintes itens:

- Tipo de antena usada - antenas direcionais, como aquelas usadas por provedores de Internet via rádio, permitem que o sinal seja enviado por algumas dezenas de

quilômetros, no entanto o sinal só vai em uma direção e por isso o apontamento das antenas deve ser muito preciso;

- Geografia do local - o sinal não atravessa prédios nem árvores, por isso há visada entre as duas antenas, especialmente se for utilizar uma antena direcional;
- Condições climáticas - chuva atrapalha o sinal, claro. Chuva forte mais ainda;
- Outras redes transmitindo no mesmo canal - pode ser que tenha problemas com interferência.

Considerado os itens citados anteriormente, utilizaremos modelos de propagação de RF para realizar os cálculos para determinar o alcance de um sinal transmitido.

As fórmulas para a realização dos cálculos dos parâmetros necessários para avaliação dos equipamentos foram extraídas do Capítulo 10 do Projeto de Graduação de autoria dos alunos Carlos Adão e Carlos Henrique.

Com as especificações de desempenho e disponibilidade, o cálculo do nível nominal da potência de recepção pode ser dada pela seguinte fórmula:

$$P_{rx} = P_{tx} + G_{tx} + G_{rx} - A_t \quad (1)$$

Onde

- P_{rx} – Nível de recepção nominal em dBm;
- P_{tx} – Potência de transmissão em dBm;
- A_t – Atenuação total líquida em dB;
- G_{tx} – Ganho da antena transmissora em dBi;
- G_{rx} – Ganho da antena receptora em dBi.

Sabendo que atenuação total líquida é dada pela seguinte fórmula:

$$A_t = A_b + 2A_{go} + A_{ch} \quad (2)$$

- A_b – Perda da propagação;
- A_{go} – Atenuação do cabo;
- A_{ch} – Atenuação por chuva.

A perda da propagação expressa em dB, pode ser obtida pela Equação de Friis:

$$\frac{P_{tx}}{P_{rx}} = G_{tx} G_{rx} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (3)$$

Onde

- P_{tx} – Potência de transmissão em watts;
- G_{tx} – Ganho de potência da antena (adimensional);
- d – Distância considerada em m ;
- G_{rx} – Ganho de potência da antena receptora (adimensional);
- λ – Comprimento de onda.

Logo, a perda da propagação em dB:

$$A_b(dB) = 10 \log \left(\frac{P_{tx}}{P_{rx}} \right) = 20 \log(f \text{ Mhz}) + 20 \log(d \text{ km}) + 32,4 \quad (4)$$

A atenuação no cabo coaxial foi desconsiderada para o cálculo pois este parâmetro é calculado pelas perdas no guia em dB por cada 100 metros de comprimento. Como o cabo que liga o rádio à antena não medirá mais que 100 metros essa atenuação será desprezível.

A atenuação por chuvas foi desprezada pois a embarcação não irá operar durante condições climáticas adversas.

4.5 – Roteadores

Um roteador é um aparelho usado em redes de computadores para o encaminhamento das informações acondicionadas em pacotes de dados, proporcionando conectividade entre os diferentes computadores em redes LAN com a Internet. Além disso, o roteador possui uma característica específica: buscar as melhores rotas para enviar e receber os dados, podendo priorizar não só as transmissões mais curtas, como também as menos congestionadas (Ribeiro, 2014).

O roteador pode ser industrial ou comercial. Roteadores industriais têm como uma de suas principais virtudes serem mais robustos, o que permite trabalhar em ambientes externos, além de empregarem tensão de alimentação de 12V DC. Sua principal desvantagem é o alto custo para aquisição. Já roteadores comerciais têm como principais vantagens a facilidade e baixo custo de aquisição, sua desvantagem é o pouco alcance para comunicação e sendo inapropriação para uso em ambientes externos. A Tabela 4.1 apresenta características técnicas dos roteadores industrial e comercial presentes em nosso mercado.

Tabela 4. 1: Especificações Técnicas dos Roteadores.

Modelo	TL –WDR4300	Moxa AWK-5232
Padrão WLAN	IEEE 802.11b/g/n	IEEE 802.11a/b/g/n
Temperatura de Trabalho	0° até 40°C	-25° até 60°C
Frequência	2,4GHz 5,0GHz	2,412 até 2,462GHz 5,18 até 5,24GHz
Taxa de Transmissão	802.11b: 1 até 11Mbps 802.11a/g: 6 até 54Mbps 802.11n: até 300Mbps (2,4GHz), 450Mbps (5GHz)	802.11b: 1 até 11Mbps 802.11a/g: 6 até 54Mbps 802.11n: 6,5 até 300Mbps
Potência de Transmissão	20dBm	802.11b: 18dBm 802.11g: 18dBm até 15dBm 802.11a: 17dBm até 14dBm
Sensibilidade	802.11b: -97dBm a -92dBm 802.11a/g: -93dBm a -75dBm 802.11n: -73dBm a -68dBm	802.11b: -92dBm a -84dBm 802.11g: -87dBm a -70dBm 802.11a: -87dBm a -70dBm
Antena	3 antenas omnidirecionais de 2dBi	4 antenas omnidirecionais de 2dBi
Peso	0,8kg	0,970kg
Alimentação	12V DC	12 a 48V DC
Corrente	1,5A	0,700 ^a
Custo (R\$)	429,00	36.000,00

Utilizando os dados da Tabela 4.1, foram realizados os cálculos teóricos usando as equações (1), (2), (3). A Tabela 4.2 e 4.3 foi confeccionada a partir dos resultados obtidos dos cálculos teóricos da potência nominal de recepção para os roteadores selecionados, nela compara-se a potência de recepção em função da distância e do padrão de transmissão utilizado, obtendo assim a Figura 4.1 e a Figura 4.2 para os modelos TL-WDR4300 e AWK-5232 respectivamente.

Tabela 4. 2: Nível de Potência de Recepção x Distância Utilizando o Roteador TL-WDR4300.

TL-WDR 4300	Distância						
	0,1km	0,2km	0,4km	0,5km	0,7km	0,9km	1km
Prx	-60dBm	-66dBm	-72dBm	-74dBm	-77dBm	-79dBm	-80dBm

Na Figura 4.2 observarmos que conforme a distância entre os roteadores TL-WDR4300 aumenta a potência de recepção diminui, porém não há muita diferença na perda de potência de recepção entre as taxas para uma distância de 1 km. Observou-se também que a potência nominal é maior que a sensibilidade do transmissor, condição necessária para manter o contato entre os dois lados.

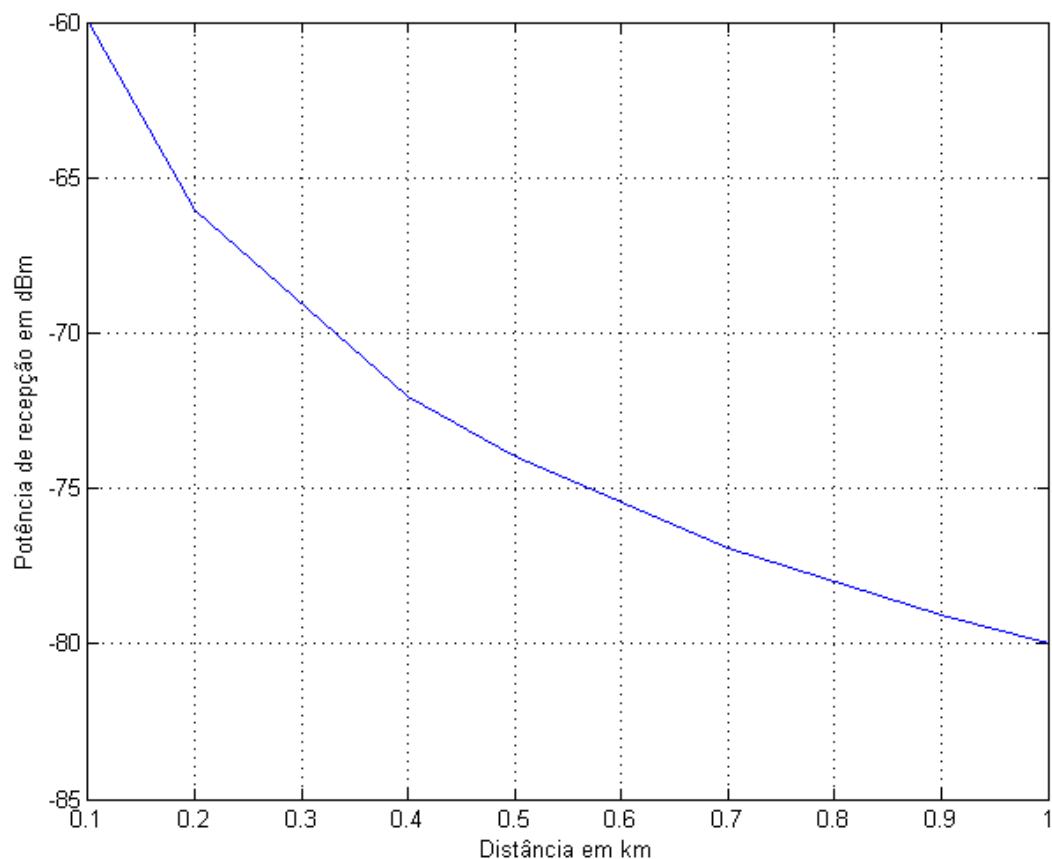


Figura 4. 2: Potência de Recepção x Distância em km para o Roteador TL-WDR4300

Tabela 4. 3: Nível de Potência de Recepção x Distância Utilizando o Roteador AWK – 5232.

AWK-5232	Distância						
	0,5km	0,8km	1km	1,5km	2km	2,5km	3km
Prx	-60dBm	-64dBm	-66dBm	-69dBm	-72dBm	-74dBm	-76dBm

Na Figura 4.3 podemos observar que a medida que a distância aumenta a potência de recepção diminui, indica que quanto mais distante estiverem os roteadores AWK-5232, pior será a comunicação entre eles. Outra observação a ser feita é a distância de comunicação do roteador AWK-5232 é muito maior que a do TL-WDR 4300, sendo que a distância é maior que o dobro e apresenta praticamente a mesma potência de recepção. Observou-se também que a potência nominal é maior que a sensibilidade do transmissor, condição essencial para manter o contato entre os dois lados.

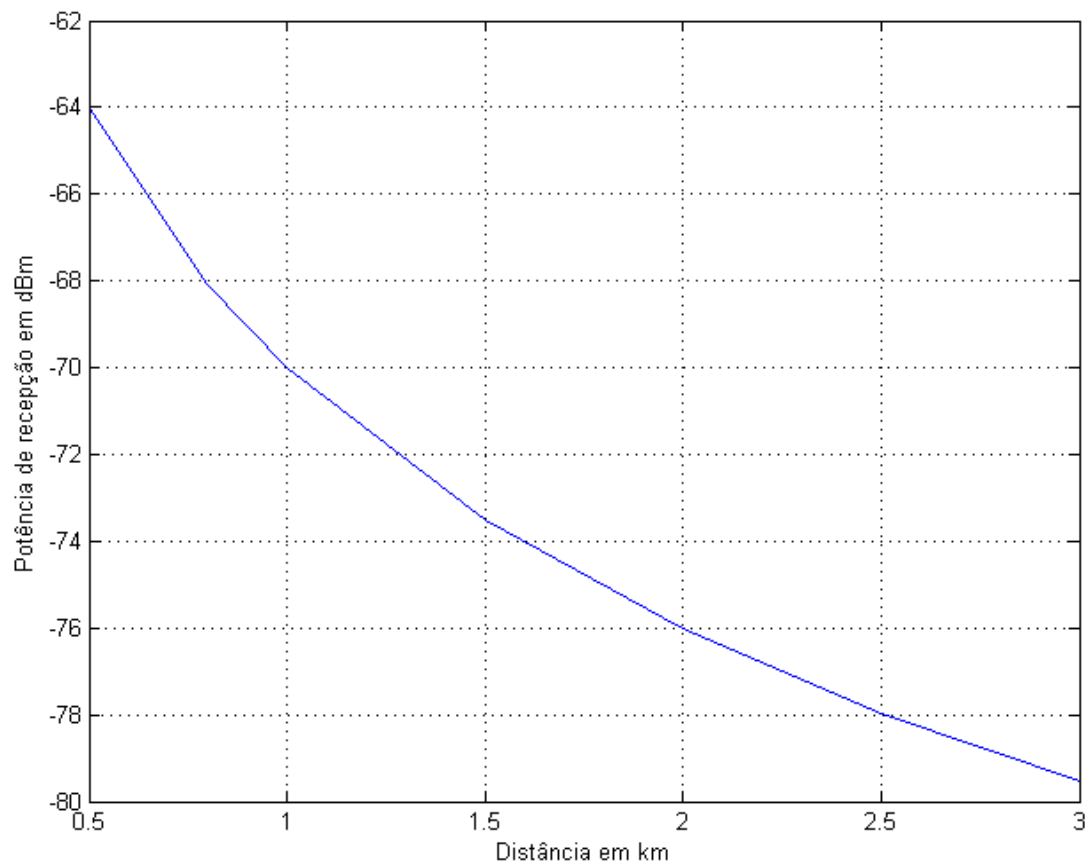


Figura 4. 3: Potência de Recepção x Distância em km para o Roteador AWK-5232

A Figura 4.4 ilustra uma mapa da Lagoa Rodrigo de Freitas, no qual temos a localização da base para o controle da embarcação e o alcance do sinal dos roteadores selecionados de acordo com a taxa de transmissão de dados.

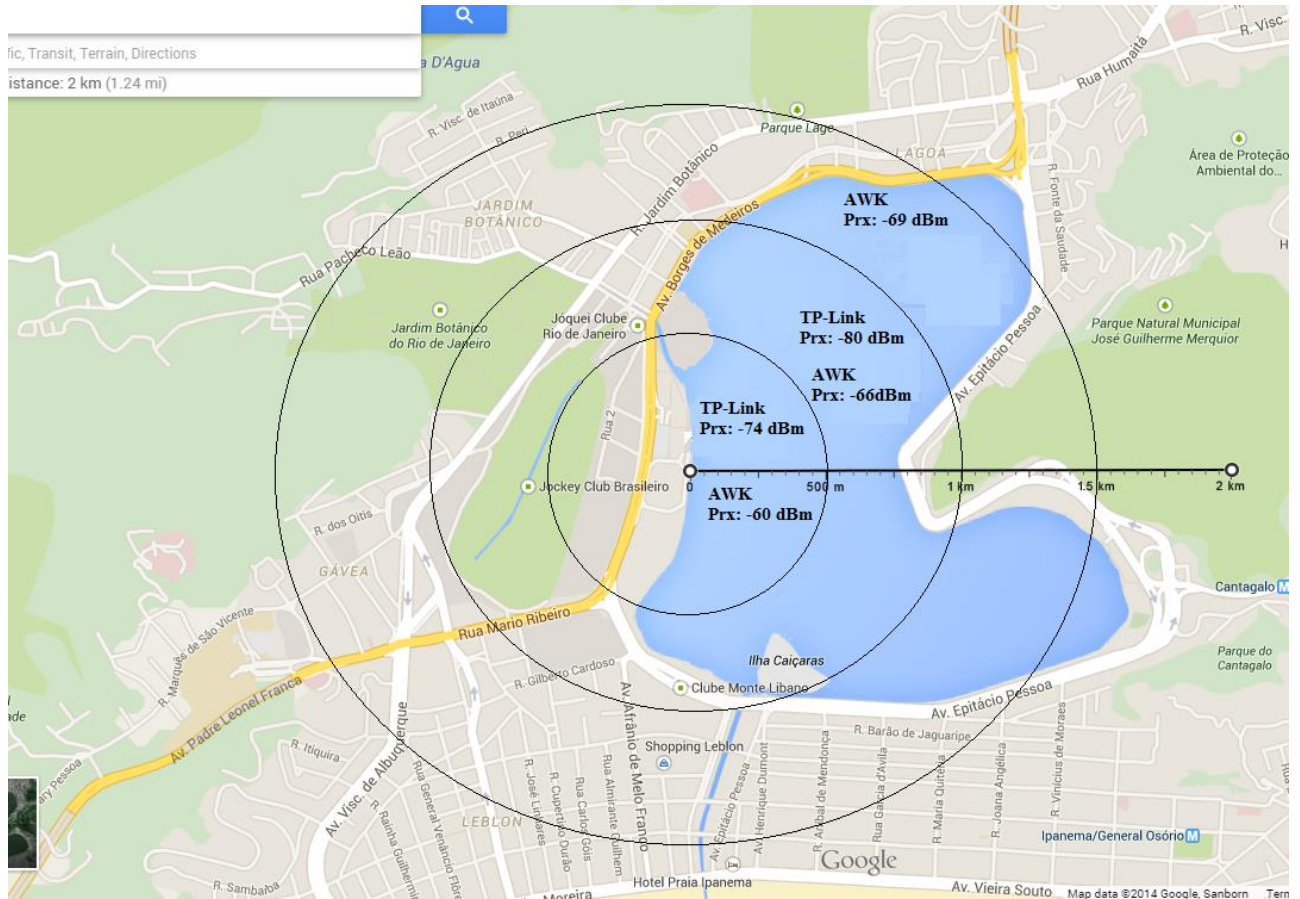


Figura 4. 4: Alcance do Sinal de Acordo com a Taxa de Transmissão de Dados.

4.6 – Escolha do Equipamento de Comunicação

Para realizar a avaliação do alcance do sinal transmitido, devemos comparar a sensibilidade fornecida pelo equipamento com a potência nominal de recepção calculada. A potência nominal deve ser maior que a sensibilidade do transmissor para manter o contato entre os dois lados. Vale ressaltar o fato que podem surgir reflexões do sinal, pois o enlace é feito sobre a lâmina de água, isto pode atrapalhar o tipo de comunicação que estes equipamentos utilizam.

Em resumo optamos por utilizar o roteador comercial para realizar a comunicação pela facilidade de aquisição que existe no mercado. Analisando as características apresentadas nas Tabelas 4.2 e 4.3, os equipamentos selecionados atenderam as especificações do projeto. O roteador TL-WDR4300 da empresa TP-Link ilustrado na Figura 4.5, foi o escolhido por apresentar um baixo custo e facilidade de aquisição.



Figura 4. 5: Roteador TP-Link TL-WDR4300 extraído de [http://www.tp-link.com/resources/images/products/gallery/TL-WDR4300\(UN\)1.jpg](http://www.tp-link.com/resources/images/products/gallery/TL-WDR4300(UN)1.jpg)

4.7 – Diagrama de Blocos da Comunicação do projeto

A comunicação entre o operador em terra e a embarcação será composta por um *notebook*, dois roteadores, um que está conectado em rede com o *notebook* em terra e o outro conectado em rede com a câmera e o *netbook* embarcado que é responsável pelo controle da embarcação. O diagrama de bloco desse sistema é representado pela Figura 4.6.

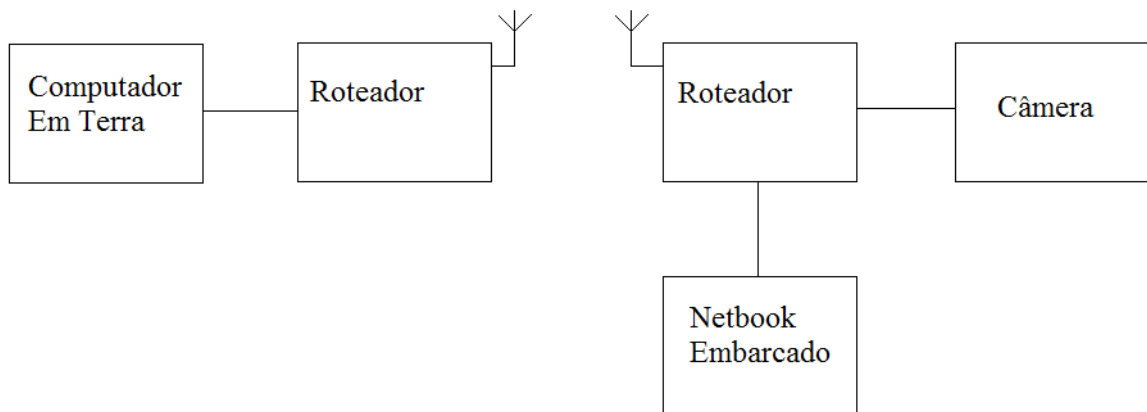


Figura 4. 6: Diagrama de Blocos da Comunicação.

ESTUDO DA CÂMERA EMBARCADA

Neste capítulo é apresentado o estudo da câmera selecionada para embarcar no projeto, os testes realizados e como será feito o controle da mesma pelo operador em terra.

Para realizar a escolha da câmera a ser utilizada na embarcação foram utilizados dados já apresentados do Capítulo 2, onde as especificações técnicas da câmera Speed Dome VSD 1000 36X são apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5. 1: Especificações Técnicas da Speed Dome VSD 1000 36X.

Modelo	Speed Dome VSD 1000 36X
Tensão de Alimentação	24V AC
Consumo Total	12W sem aquecedor e 50W com aquecedor ligado
Corrente	3A
Temperatura de Operação	-40°C a +60°C
Proteção	IP66
Compressão de Vídeo	H264
Taxa de frames	30fps

5.1 – Estudo da Câmera

O controle da câmera escolhida pode ser realizado através do *software*, que é disponibilizado com a câmera, ou pela Internet. Este controle aceita comandos de 8 velocidades possíveis de movimentação, além disso opções de alteração do zoom, foco e abertura de iris, o controle pode ser observado na Figura 5.2 para o software próprio da câmera e na Figura 5.1 via browser Internet.



Figura 5. 2: Controle via *Software*.



Figura 5. 1: Controle via *Browser Internet*.

Para realização dos testes iniciais foi utilizado o laboratório 10 de eletrônica industrial e os seguintes equipamentos: transformador variador de voltagem (ATV-215-M), um multímetro digital (DT-830) e um cabo *ethernet*. Para ligar a câmera utilizamos transformador variador de voltagem ligado a rede com uma tensão de 220V e com o auxílio de um multímetro ajustamos a saída para obter uma tensão de 24V AC, no qual alimentamos a câmera Speed Dome, que por sua vez foi conectada ao notebook via cabo ethernet. Conforme mostrado na Figura 5.3.



Figura 5. 3: Ligação da *Speed Dome* com o *Notebook*.

A Figura 5.4 ilustra a placa que é responsável por receber a alimentação de 24VAC. A placa mostra que a câmera pode ser controlada por cabeamento RS-485 e transmitir vídeo via cabo OUT analógico. Utilizando a placa de rede que é mostrada na Figura 5.4, pode-se também ter acesso ao controle e a obtenção de imagens da câmera utilizando somente um cabo *ethernet* como mostrado na Figura 5.3.



Figura 5. 4: Placa Responsável por Receber a Alimentação e a Comunicação da *Speed Dome*.

5.2 – Teste da Câmera em rede

Como especificado no Capítulo 4, será feita uma rede WLAN que será o canal de controle e monitoramento da embarcação. Para a realização dos testes iniciais foi utilizado o *software* próprio da câmera, que utiliza o endereço MAC de acesso, ilustrado na Figura 5.5, para acessar o controle da câmera.



Figura 5. 5: Endereço MAC.

5.3 – Alimentação da Câmera

A alimentação da câmera é feita com uma tensão de entrada de 24V AC, porém analisando a placa de alimentação da camera observa-se que é composto por um circuito de retificador de tensão, com isso foram realizados testes, nos quais utilizamos o LEPAT (Laboratório de Eletrônica de Potência e Automação) para alimentar a câmera com uma Tensão de 24V DC. Para realizar os testes foi utilizado os seguintes equipamentos: Fonte DC Icel PS6100, Multímetro digital *FLUKE* 115 e fios. Após os testes com a tensão de 24V DC foi feito uma variação da tensão na fonte entre 20V e 30V DC, ilustrado nas Figuras 5.6 e 5.7 respectivamente, no qual podemos observar que quanto maior for a tensão menor será a corrente e quanto menor a tensão maior a corrente. Observamos que a câmera funcionou adequadamente com a tensão DC sem apresentar nenhum problema.



Figura 5. 6: Tensão de Alimentação de 20V na Câmera Speed Dome.



Figura 5. 7: Tensão de Alimentação de 30V na Câmera Speed Dome.

ESTUDO DO GUINCHO ELÉTRICO

Neste capítulo é apresentado o estudo do guincho elétrico selecionado para embarcar no projeto, os testes realizados e o circuito acionador do mesmo.

6.1 – Estudo do Guincho Elétrico

O acionamento do guincho elétrico escolhido é realizado originalmente por meio de uma chave seletora de uma posição para cima e uma posição para baixo que alternam entre os dois fios provenientes do motor do guincho elétrico (vermelho e preto) conforme indicado na Figura 6.1.



Figura 6. 1: Fios de Alimentação do Guincho Elétrico.

Para o estudo da chave seletora que aciona o motor do guincho elétrico foram realizados testes, no qual, utilizamos o LEPAT (Laboratório de Eletrônica de Potência e Automação) e os seguintes equipamentos: Fonte DC Icel PS6100, Multímetro digital *FLUKE* 115 e fios. Para alimentar o guincho elétrico utilizou-se a Fonte DC Icel PS6100 que forneceu uma tensão de 12V DC. A chave seletora possui quatro terminais, onde dois desses terminais são conectados a fonte e os outros dois terminais conectados ao guincho elétrico, conforme ilustrado na Figura 6.2.

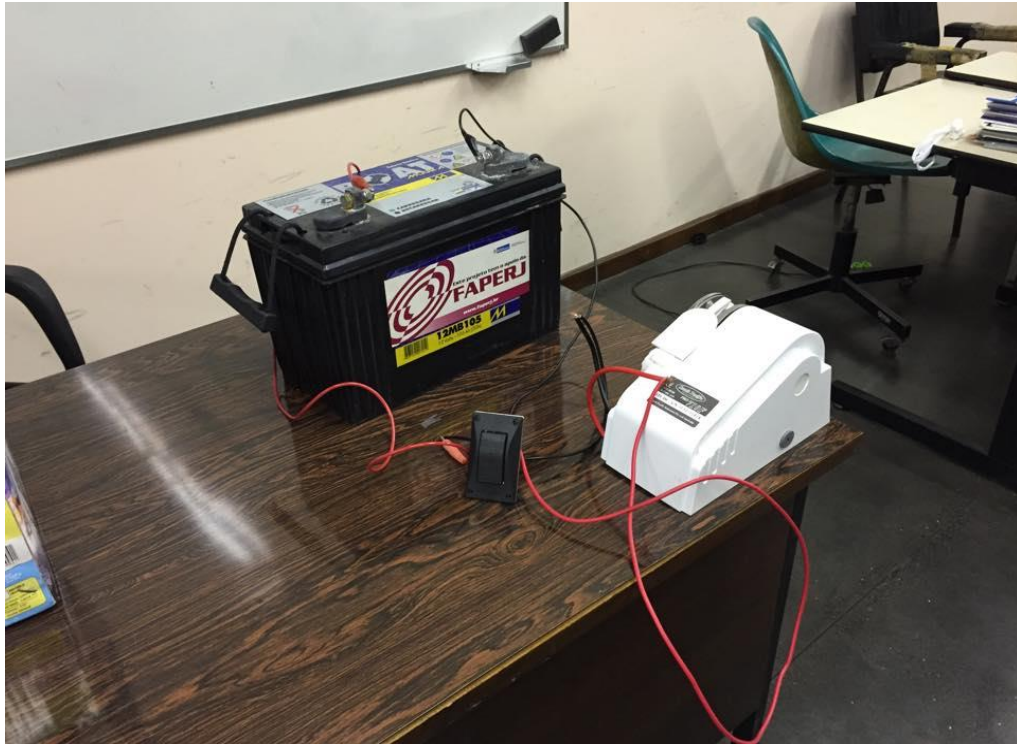


Figura 6. 2: Ligação do guincho para realização dos testes.

6.2 – Acionamento do Guincho Elétrico

Através dos testes realizados no laboratório foi confeccionada a Tabela 6.1 que representa a alimentação de cada um dos fios provenientes do motor do guincho elétrico em relação a duas posições do chave seletora (para cima, para baixo).

Tabela 6. 1: Alimentação dos Fios Provenientes do Motor do Guincho Elétrico.

Fio	Posição da chave seletora		
	Para Cima	Para Baixo	Repouso
Vermelho	Positivo	Negativo	Negativo
Preto	Negativo	Positivo	Negativo

Legenda: Positivo: Ligação com polo positivo da bateria; Negativo: Ligação com o polo negativo da bateria;
Aberto: Não existe corrente.

Para uma melhor análise da Tabela 6.1, foi desenhado um circuito, mostrado na Figura 6.3 que utiliza dois relés DNI 0115 (N1 e N2), que suportam uma corrente de até 30A. A escolha do acionamento do motor do guincho elétrico por relés de acionamentos duplos se dá devido as seguintes características: a simplicidade do conjunto e o preço dos componentes.

Para evitar que as correntes provenientes da bobina do motor danifiquem os contatos dos relés durante o processo de comutação foi adicionado ao circuito um par de pontes retificadoras

com quatro diodos (modelo SKB 25/02 da *Semikron*), onde os diodos funcionam como diodos de circulação, também conhecido como diodos de *Free-Wheeling*.

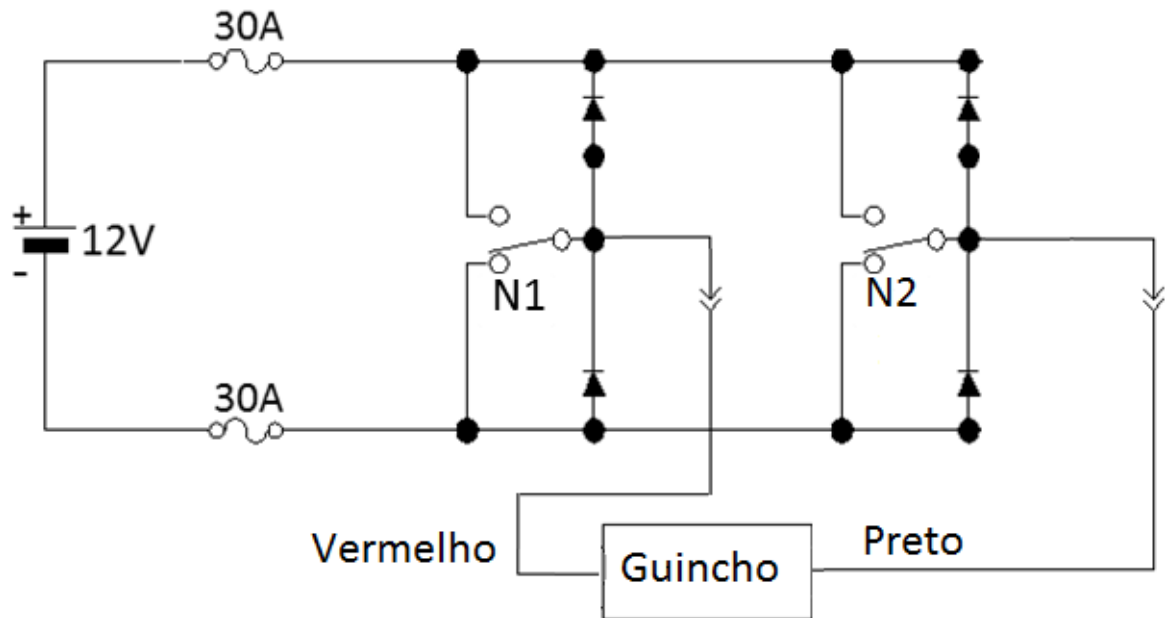


Figura 6. 3: Desenho representando a disposição dos relés e pontes retificadoras em relação aos fios do guincho elétrico e alimentação.

INTEGRAÇÃO DOS COMPONENTES DA EMBARCAÇÃO

Com todos os componentes determinados, a próxima etapa é descrever como serão feitas a integração dos equipamentos. Esta integração consiste em: acionar e controlar os propulsores da embarcação, acionar o guincho elétrico, para puxar e lançar a âncora e comunicação entre o computador em terra e os sistemas da embarcação. A Tabela 7.1 mostra a quantidade de equipamentos presentes na embarcação, assim como o peso total.

Tabela 7. 1: Equipamentos da Embarcação e o Peso Total.

Equipamento	Quantidade	Peso total(kg)
<i>Netbook</i>	1	1,4 kg
Painel fotovoltaico	4	51,6 kg
Guincho	1	4 kg
Propulsores	4	48 kg
Speed Dome	1	5 kg
Baterias	2	51 kg
Roteador	1	0, 88 kg
Antenas	3	1,88 kg
Casco	2	36 kg
Barra de 3 metros	2	15 kg
Barra de 2 metros	2	5 kg
_____	_____	219,76 kg

Para executar este processo foi determinado que com o protótipo montado, utilizaremos um computador embarcado para realizar a comunicação remota com o computador em terra, para o acionamento dos propulsores, guincho e os demais equipamentos presentes na embarcação foi utilizado um microcontrolador. Para realizar o controle da embarcação com o operador em terra foi utilizado um sistema de comunicação, consistindo em dois roteadores que são conectados em *bridge Wi-Fi*, (PTP) entre eles.

A escolha dos componentes e suas respectivas justificativas são apresentadas nos itens a seguir.

7.1 – Microcontrolador

Um microcontrolador é um sistema computacional completo, no qual estão incluídos uma CPU (*Central Processor Unit*), memória de dados e programa, um sistema de clock, portas de I/O (*Input/Output*), além de outros possíveis periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores A/D entre outros, integrados em um mesmo componente. As partes integrantes de qualquer computador, e que também estão presentes, em menor escala, nos microcontroladores são: unidade central de processamento (CPU), sistema de *Clock*, Memória para armazenamento de instruções e para manipulação de dados, entradas para interiorizar na CPU informações do mundo externo, saídas para exteriorizar informações processadas pela CPU para o mundo externo e Programa (*firmware*) para definir um objetivo ao sistema (Denardim, 2014).

7.2 – Computador

Computador é uma máquina capaz de realizar variados tipos de tratamento automático de informações ou processamento de dados. Um computador pode possuir inúmeros atributos, dentre eles armazenamento de dados, processamento de dados, cálculo em grande escala, desenho industrial, tratamento de imagens gráficas, realidade virtual e entretenimento. O computador é constituído por *hardware* e *software*. *Software* é tudo que é composto por lógica, ou seja, os programas que são executados pelo computador, enquanto que por *hardware* tudo que seja físico, todos os dispositivos de entrada e saída (Moreira, 2004).

A principal função do computador para o projeto é realizar o controle e monitoramento da embarcação. O computador presente na embarcação irá atuar no controle do microcontrolador, sua alimentação será através de bateria da embarcação.

Para determinar a escolha do computador presente na embarcação, o mesmo deve apresentar as seguintes características:

- Baixo consumo de energia;
- Bateria de longa duração;
- Baixo peso;
- Capacidade de processamento x preço.

Analisando as características citadas acima o computador escolhido para embarcação é um do tipo *Netbook*. O modelo escolhido foi o NC215-PD1 solar do fabricante Samsung, por apresentar as especificações citadas. Estas especificações fornecidas pelo fabricante são apresentadas na Tabela 7.2.

O sistema operacional escolhido para o *Netbook* é o *linux*, por apresentar facilidade em acesso remoto, segurança e acesso a recursos do sistema.

Tabela 7. 2: Especificações Técnicas do *Netbook* Samsung NC215-PD1.

Modelo	NC215-PD1
Processador	Intel Atom N2100 (1,66GHz; Cache 512kB)
Consumo Máximo do Processo (TDP)	4,5W
Memória	2GB DDR3800MHz
Disco Rígido	500GB 5400RPM
Peso	1,4kg
Wireless	802.11bg/N
Lan	Ethernet 10/100
Bluetooth	Bluetooth 3.0
Adaptador AC	Entrada: CA 100 a 240V – 2,1A – 50/60Hz Saída: CC 19V – 2,1A Potência Total 40W
Bateria	6 células e recarga através de luz solar ou fonte adaptadora

7.3 – Rotina de Acionamento

O controle da embarcação será feito remotamente por meio de um computador em terra, que será controlado por um operador. Este irá acessar o netbook embarcado via roteador por meio de uma rede WLAN e então irá acessar o gerenciador do microcontrolador Arduino e carregar a rotina de acionamento desejada. O operador contará com um sistema de vídeo para realizar o controle de rumo da embarcação, este sistema será conectado a um roteador no qual o operador terá acesso via *Internet*.

A rotina será desenvolvida na própria plataforma de programação disponível pelo Arduino, este irá atuar recebendo as informações através de uma porta serial.

O operador deverá enviar um comando ao microcontrolador, por meio do computador em terra, através da porta serial. O comando consiste em um caractere que será pré-definido no qual a rotina irá interpretar, selecionar uma das opções pré-determinadas e acionar o propulsor de acordo com o comando através do circuito de controle e acionamento. Caso o comando enviado pelo operador não esteja contemplado pelas opções programadas a rotina desligará os propulsores (Schultze, 2012).

O comando do guincho é realizado de um modo similar ao controle aplicado nos propulsores, porém só poderá ser acionado quando os propulsores estiverem desligados, por medida de segurança, para evitar que a amarra se enrosque aos propulsores. Estes controles são ilustrados na Figura 7.1, que representa o diagrama de blocos do sistema elétrico da embarcação.

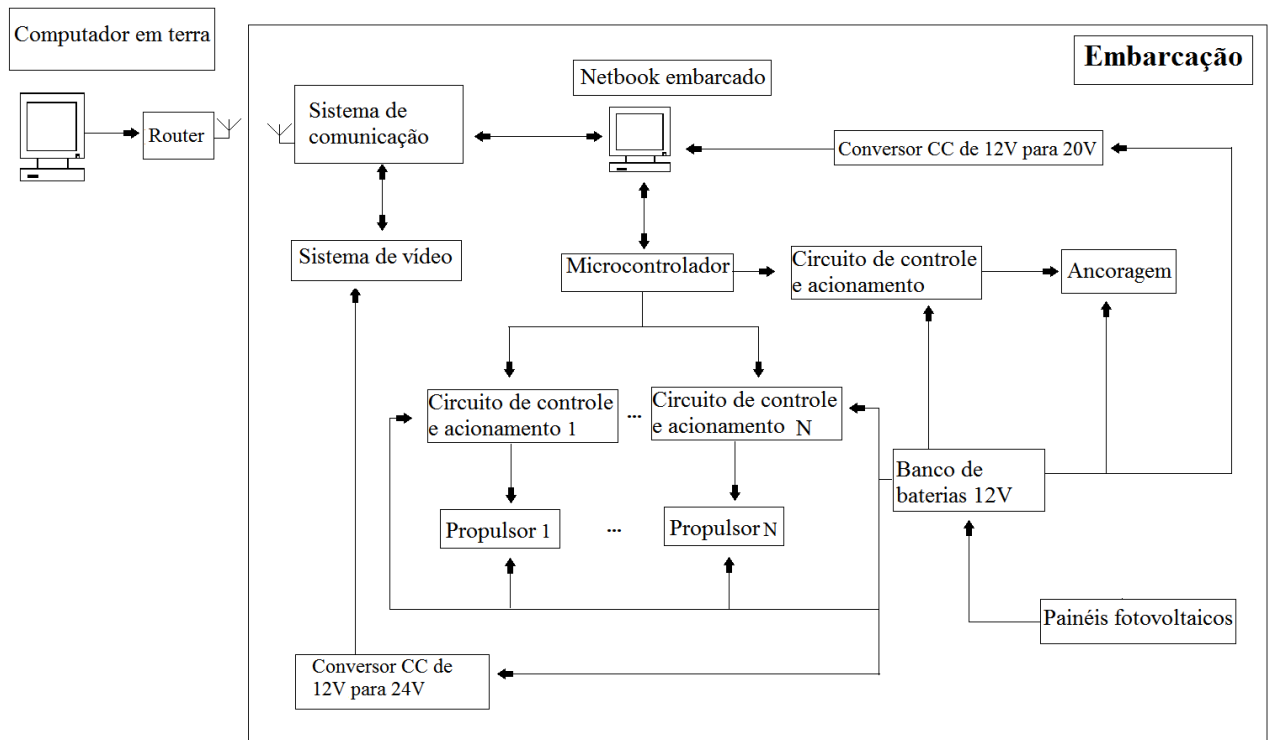


Figura 7. 1: Diagrama de blocos do sistema elétrico da embarcação.

7.4 – Comunicação entre Pontos dos Sistemas

Visando futuramente utilizar uma comunicação entre várias embarcações, será utilizado o sistema WDS (*Wireless Distribution System*) que consiste em uma ligação em ponte entre os roteadores adquiridos.

7.5 – Corrente de Operação e Total

A Tabela 7.3 mostra o consumo de corrente por cada equipamento e a máxima corrente que cada um pode consumir.

A Figura 7.2 ilustra como será ligado os equipamentos ao barramento de 12V e dos demais circuitos auxiliares quando necessário, além dos fusíveis de proteção aos equipamentos.

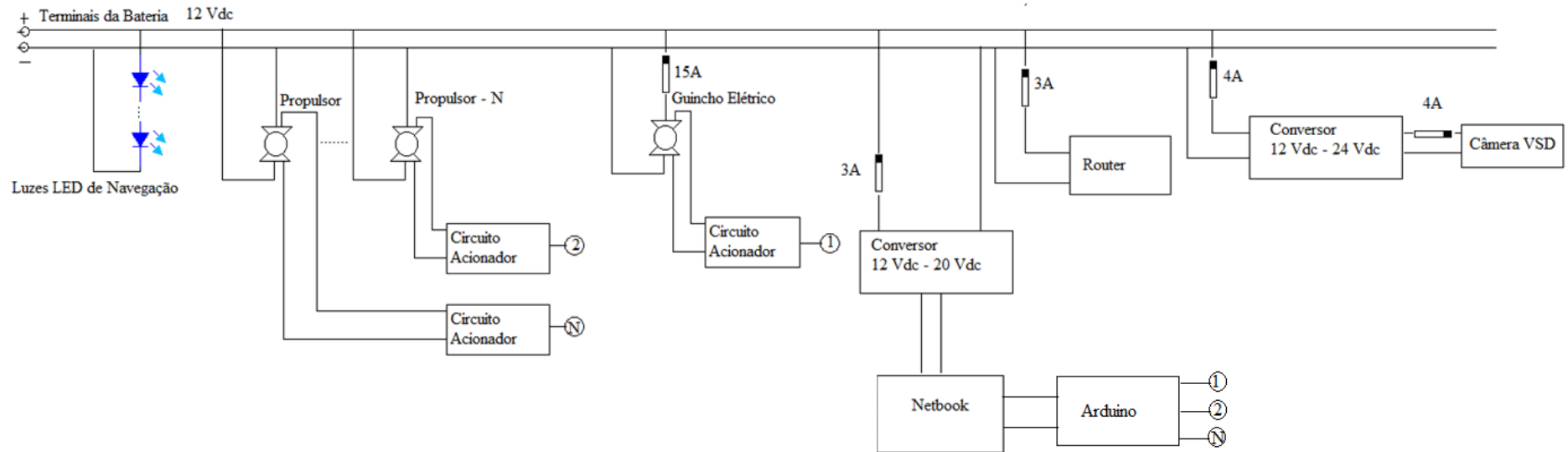


Figura 7. 2: Diagrama Elétrico 12 V DC

Tabela 7. 3: Corrente dos Equipamentos.

Equipamento	Corrente Operação	Corrente Máxima
Netbook	2,1 A	2,1A
Guincho	4,8 A	12 A
Propulsores (unitário)	16 A*	38 A*
Speed Dome	0,6 A	3 A
Roteador	1,5 A	1,5 A

*Valor de corrente estimado.

Durante as operações da embarcação, a princípio o guincho e os propulsores não serão operados em paralelo. A corrente total demandada quando o catamarã está se movimentando em condições normais de uso com 4 propulsores é de 68,2 A, enquanto que a corrente total demandada durante a manobra de ancoragem é de 9 A. Considerando a corrente de operação foi estimado a autonomia da bateria será de aproximadamente 5 horas.

Para o dimensionamento dos fios para embarcação, foi feito o estudo com todas as correntes necessárias para o funcionamento dos equipamentos elétricos que compõem a embarcação. Estas correntes serão consideradas com o seus valores máximos, a Tabela 7.4 apresenta o dimensionamento adequado do fio, para que não ocorra o aquecimento do mesmo.

Tabela 7. 4: Dimensionamento dos Fios.

Equipamento	Fio (mm²)
Propulsor	6
Guincho Elétrico	1,5
<i>Speed Dome</i>	0,5
<i>Netbook</i>	0,5
Roteador	0,5

DIAGRAMAS MECÂNICOS

Neste capítulo são apresentados os diagramas mecânicos da embarcação, da estrutura para colocação dos painéis e câmara. Esse estudo foi realizado no Apêndice C junto com outros projetos.

A Figura 8.1 apresenta o esquema para posicionamento dos equipamentos em uma embarcação do tipo catamarã, sendo composto por quatro propulsores elétricos fixados na estrutura de junção dos cascos, o banco de baterias de chumbo ácido, o sistema de potência e controle dos propulsores e o sistema de comunicação e controle localizados na popa da embarcação, a área destacada em verde será reservada para colocação dos painéis solares, o sistema de ancoragem e seu sistema de potência e controle do guincho estão localizados na proa da embarcação. Neste esquema a junção é composta por quatro perfis de alumínio sendo dois na longitudinal e dois na transversal.

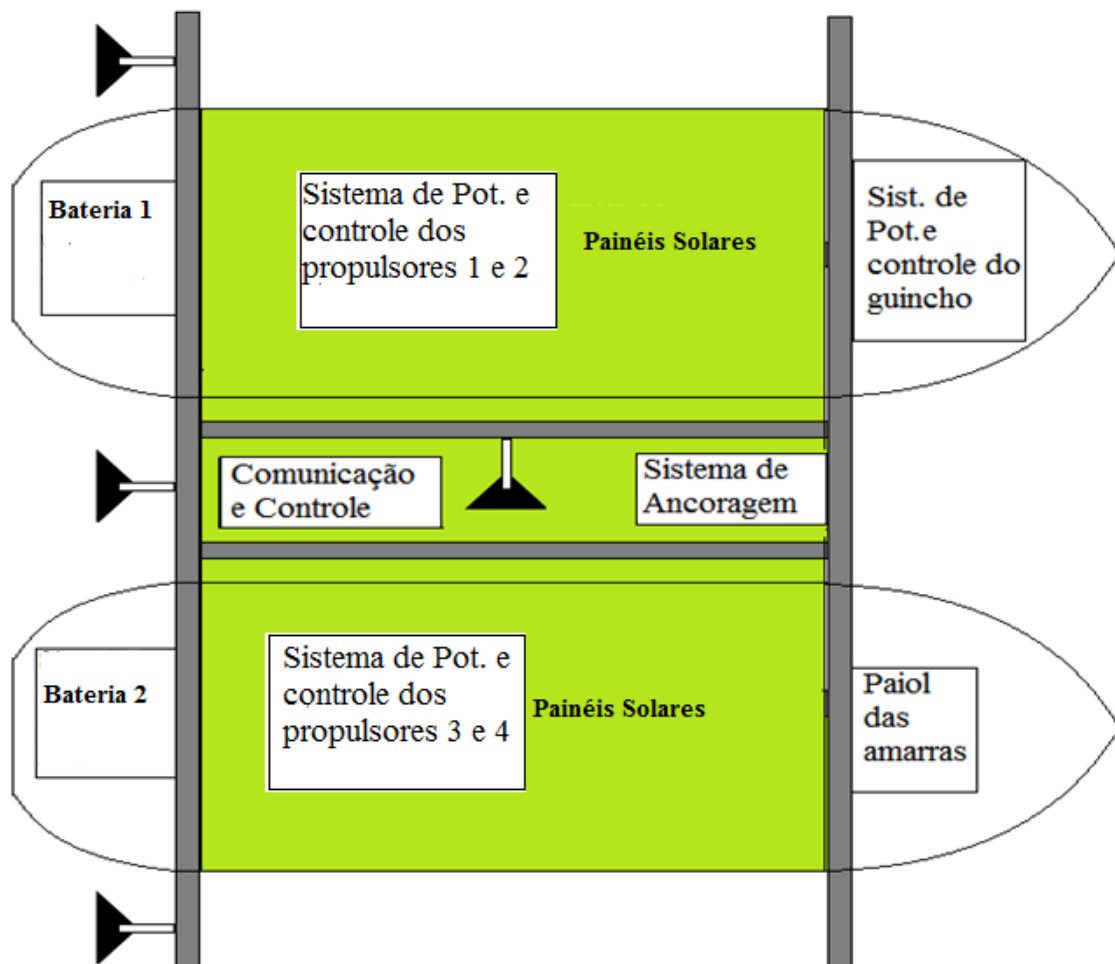


Figura 8. 1: Estrutura e Posicionamento Escolhido para o Projeto.

A Figura 8.2 ilustra como será a disposição dos painéis solares responsáveis pelo sistema de renovação energética da embarcação, serão utilizados 4 painéis solares que são fixados na estrutura do catamarã. Seguindo alguns exemplos de ASV e SUV os painéis serão dispostos totalmente na horizontal em torno da estrutura sem apresentar nenhuma angulação.

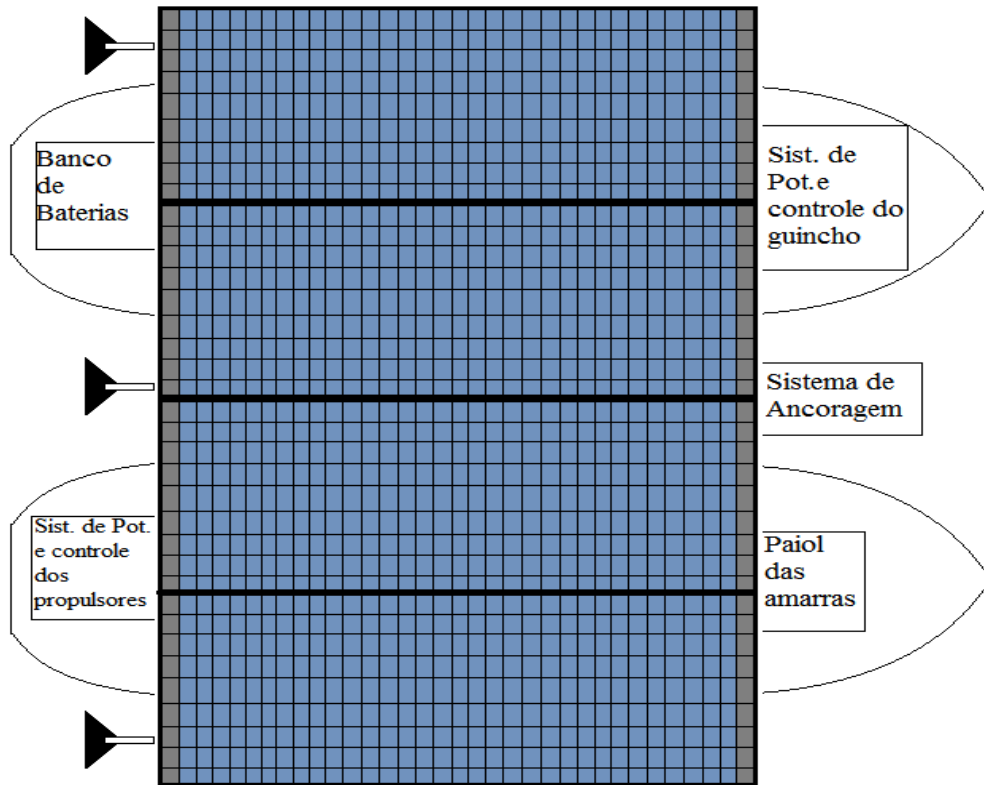


Figura 8. 2: Disposição dos Painéis Solares.

A Figura 8.3 mostra a estrutura que serve de suporte para o painel solar, cujas dimensões são: 1,7 metros de comprimento e 0,3 metros de altura. Escolheu-se essa altura devido ao fato da caixa estanque possuir altura de 0,32 metros, maior altura dentre os componentes da embarcação que estão localizados a baixo do painel.

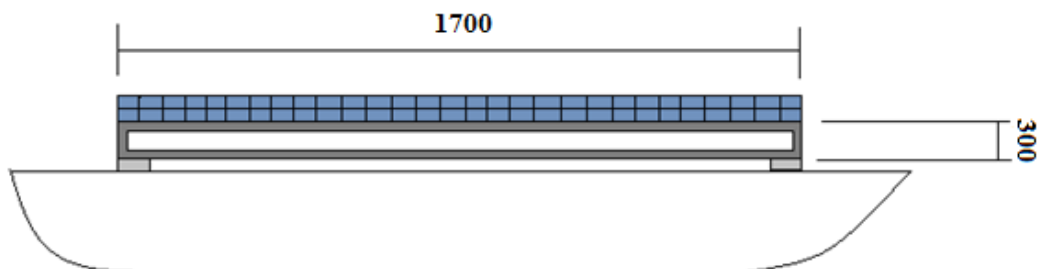


Figura 8. 3: Estrutura dos Painéis.

As Figuras 8.4 e 8.5 representam a localização da câmera e das antenas que serão responsáveis pela comunicação e pelo sistema de visão do catamarã. A Figura 8.4 é uma vista frontal e a Figura 8.5 uma vista superior da estrutura de junção.

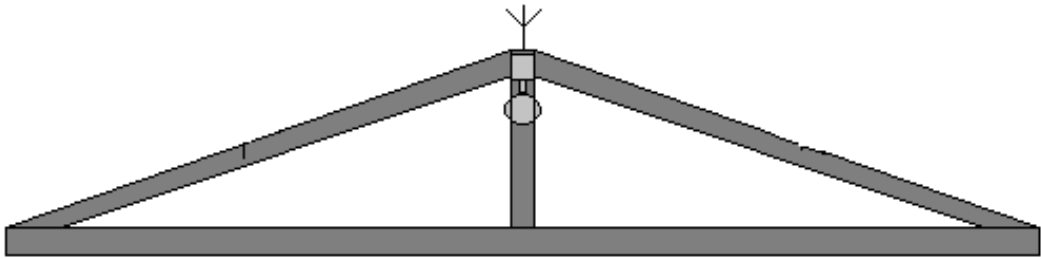


Figura 8. 4: Vista Frontal da Estrutura e da disposição da Câmera e Antenas.

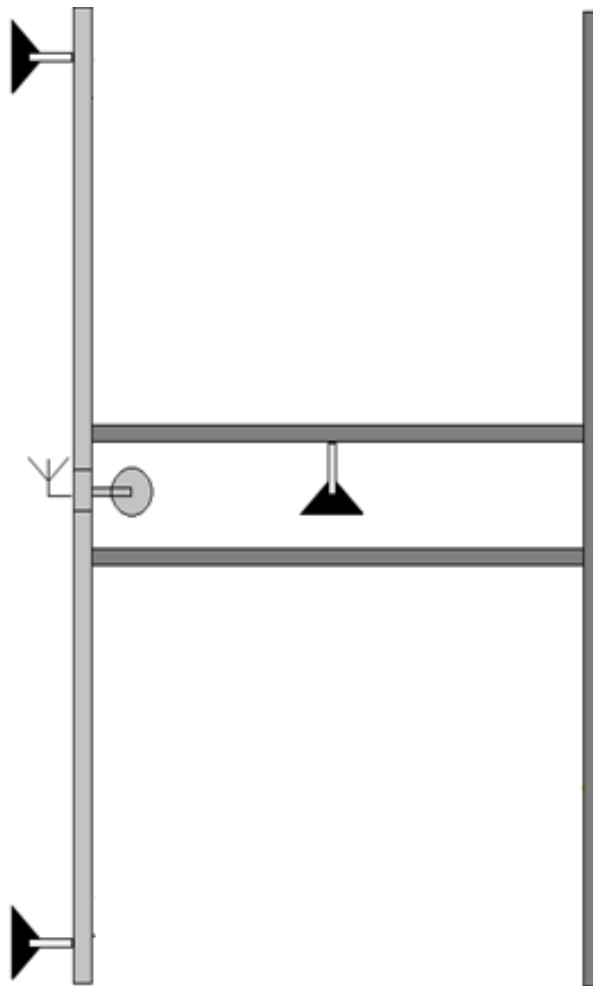


Figura 8. 5: Vista Superior da Estrutura e da disposição da Câmera e Antenas.

8.1 – Equipamentos para Junção dos Cascos

Para realizar a junção entre os caiaques para fazer a montagem do catamarã serão necessários 4 perfis de alumínio de formato retangular com dimensões de (0,01 m x 0,05 m x 0,003 m). Dois serão utilizados na transversal e serão responsáveis pela ligação entre os cascos cujo comprimento é de 3,0 metros e outros dois perfis de alumínio serão colocados na longitudinal para reforçar a estrutura de junção, conectados nos dois perfis de alumínio que serão colocados na transversal cujo comprimento é 1,7 metros. Para reforçar mais a estrutura de junção e servir como base e fixação de equipamentos utilizaremos uma chapa de alumínio com as seguintes medidas (1,7 m x 1 m).

Para a montagem entre os perfis de alumínio e o caiaque serão utilizados parafusos de cabeça boleada cujo perfil é $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$, pois apresenta uma resistência mecânica necessária para fixar a estrutura, os parafusos devem ser de latão, pois além de apresentar uma resistência a maresia é facilmente encontrado no mercado nacional o que facilita a aquisição. Também serão necessárias arruelas de pressão e porcas sextavadas na mesma quantidade de parafusos. A Tabela 8.1 apresentada a descrição destes materiais citados acima.

Tabela 8. 1: Descrição dos Equipamentos para Junção dos Cascos.

Descrição do Material	Quantidade
Perfil de alumínio de 3,0 metros	02
Perfil de alumínio de 1,7 metros	02
Chapa de aço (1,7 m x 1 m x 0,03 m)	01
Parafusos $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20
Arruelas $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20
Porcas sextavadas $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20

CONCLUSÕES

Durante o período de desenvolvimento do projeto realizaram-se estudos e testes de equipamentos apropriados para a construção de uma embarcação multicasco teleoperada movida à energia elétrica, que apresenta como base dois caiaques, uma estrutura de junção, um guincho elétrico, uma âncora, quatro propulsores, duas baterias de chumbo ácido, uma câmera *speed dome*, um *netbook* e uma central de controle. Para escolha dos equipamentos que apresentam bom desempenho e de baixo custo, atendendo assim os requisitos iniciais propostos no projeto.

Os circuitos eletrônicos escolhidos para serem utilizados e a eletrônica aplicada a eles apresentam um desempenho bom e se mostram bastante robustos, suportando assim as condições de operação.

9.1 – Trabalhos Futuros

Para uma proposta de trabalhos futuros podemos citar a construção da embarcação para a realização dos testes do conjunto em operação, a implementação dos painéis fotovoltaicos e um estudo para utilização de energia eólica para aumentar a autonomia da embarcação, fazer um estudo do mapa solar para verificar a eficácia, projetar equipamentos e acessórios mais adequados, utilizar a embarcação como fonte de comunicação para outras pequenas embarcações ou drone, projetar um casco mais estreito para diminuir o arrasto aerodinâmico e um local adequado para a montagem do catamarã e de seus componentes.

REFERÊNCIAS:

ASV (2012), C-Enduro, página consultada em 5 de Maio de 2014, disponível em: <http://www.asvglobal.com/science-survey/c-enduro>

BRAGA, C . R., APLICAÇÃO DE REDES DE COMPUTADORES PARA MONITORAMENTO DE VÍDEO EM LOGRADOUROS PÚBLICOS DA CIDADE DE ITANHANDU/MG, Projeto Final de Curso Fatec Cruzeiro, 2009.

CSA (2012), USV (Unmanned Surface Vessel), Página consultada em 4 de Maio de 2014, disponível em: <http://subseaworldnews.com/2012/08/03/csa-launches-latest-usv-for-surveys-usa>

DENARDIM, G. W (2014). MICROCONTROLADORES, Página consultada em 31 de Agosto de 2014, disponível em: http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/eduardo_henrique/materiais/apostila_micro_do_Gustavo_Weber.pdf

DIAS, R. J. (2011), Motores a relutância variável 6x4 e 6x4. Estudo Comparativo de Operação e Desempenho, Dissertação (Mestrado) UFU, 2011.

Estudo sobre REDES DE INFORMAÇÃO, publicada em 2008, Página consultada em 27 de Janeiro de 2014, disponível em: http://posinfo.ufabc.edu.br/index_arquivos/RedesComunicacao.htm

FELICIANO, C. A. R.; SILVA, C. H. M. Dimensionamento de Enlaces Radioelétricos: Teoria, Projeto e Prática, Projeto de Final de Curso UERJ, 2004.

FERREIRA, D. A., GONÇALVES, X. C., BRANCO, D. V. (2012), Utilização de materiais polímeros e compósitos na produção de caiaque, 2012.

FITZGERALD, A. E.; Kingsley Jr, C.; Umans, S. D. Máquina Elétricas, 6ª edição, Bookman, Brasil.

HIGINBOTHAM, J. R.; MOISAN, J. R.; ORTON, M. P. (2009), Solar Powered Autonomous Surface Vehicle Development and Operation, p. 1-5, July, ProQuest Science Journals.

HOLE SCIENCE CENTER (2006), IRIS ASV (Autonomous Surface Vessel), Página consultada em 4 de Maio de 2014, disponível em: <http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sfmapping/iris.htm>

JANKE, L. (2009), Knowing Your Batteries – Part 2, Página consultada em 25 de Junho de 2014, disponível em: <http://www.sail-world.com/Cruising/Knowing-your-Batteries---part-2/63700>

JOSÉ A. B. N., CLEVERSON G. S., GILBERTO T. M. D., ESTEFAN M. F. (2011), Distribuição sedimentar da Lagoa Rodrigo de Freitas através de sísmica de alta resolução, Rev. Bras. Geof. vol.29 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2011.

LANSFORD J., STEPHENS A., NEVO R. (2001), WI FI - IEEE network, v.15, n. 5, p. 20-27.

MOTOROLA (2011), Rádio PTP 200, Página consultada em 14 de Março de 2014, disponível em: http://www.staleycom.com/documents/specifications/PTP200_Specifications.pdf

MOTOROLA (2009), Radio PTP 100, Página consultada em 15 de Março de 2014, disponível em: http://www.daywireless.com/downloads/motorola/ems/wireless_broadband/ptp100_specsheet.pdf

MOURA (2014), Baterias Moura, página consultada em 26 de Junho de 2014, disponível em: <http://www.moura.com.br/pt/produtos/mouraboat1>

NEY, E. T. M. (2000), Artigo Gemis GEZ-6207, Página consultada em 7 de Agosto de 2014, disponível em: <http://www.geindustrial.com.br/download/artigos/nt01.pdf>

NORTHERN ARIZONA WIND & (2010), Deep Cycle Battery FAQ, Página consultada em 25 de Junho de 2014, disponível em: http://www.windsun.com/Batteries/Battery_FAQ.htm

PASSOS, M (2013), Tipos de âncora, Página consultada em 21 de Janeiro de 2014, disponível em: http://bombarco.com.br/marinheiro_primeira_viagem/exibir/tipos-de-ancora-e-cuidados-na-hora-de-escolher-a-do-seu-barco

PERES, M.(2006), SISTEMAS DE CFTV DIGITAL. Guia do CFTV, Página consultada em 30 de Julho de 2014, disponível em: <http://www.guiadocftv.com.br/modules/publisher/index.php/item.11/sistemas-de-cftv-digital.html>

PINHEIRO, G. (2006), Rádio Receptores, Página consultada em 31 de Março de 2014, disponível em: <http://www.lee.eng.uerj.br/~gil/circom/Receptores.pdf>

PRECISION MICROCONTROL CORPORATION, Brushless AC Motor Commutation, Página consultada em 7 de Agosto de 2014, disponível em: www.pmccorp.com/support/appnotes/an1004.pdf

Prof. ME.DEMERVAL MIZUYAMA (2012), Máquinas Elétricas 3, Motores de Corrente Contínua, Página consultada em 13 de Janeiro de 2015, disponível em: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Motores-Cc/56749902.html>

RIBEIRO, D. (2014), Roteador, Página consultada em 06 de Setembro de 2014, disponível em: <http://www.techtodo.com.br/artigos/noticia/2013/05/como-funciona-um-roteador-e-saiba-quais-os-tipos-existentes.html>

RICARDO PINTO (2010), Bateria de ácido-chumbo, Página consultada em 7 de Agosto de 2014, disponível em: http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Bateria_de_%C3%A1cido-chumbo

SALVO, R. Wireless, Página consultada em 4 de Agosto de 2014, disponível em: <http://www.ti-redes.com/wireless/wlan-intro/>

SCHULTZE, J. H. (2012), Projeto e Construção de uma Embarcação Teleoperada, Página consultada em 2 de Fevereiro de 2014, disponível em: <http://www.lee.eng.uerj.br/~jpaulo/PG/2012/PG-Embarcacao-Teleoperada-2012.pdf>, Projeto Final de Curso, UERJ, 2012.

SEAL TELECOM (2014), Página consultada em 30 de Julho de 2014, disponível em: <http://sealtelecom.com.br/site/artigos-relacionados/ver/7/diferenas-entre-um-sistema-de-cftv-analgico-e-um-sistema-de-cftv-ip>

SEGPRIME (2010), Página consultada em 30 de Julho de 2014. disponível em: <http://www.segprime.com/CFTV.aspx>

TAPAJOS, M., Introdução as Redes de Comunicação de Dados, Página consultada em 2 de Fevereiro de 2014, disponível em: <http://www.slideshare.net/maurotapajos/1-introducao-redesdecomunicacaodedados>

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Laboratório de Potência (2013), Teoria Básica dos Inversores de Tensão, Página consultada em 07 de Setembro de 2014, disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/lepovo/curso2002/cap9.pdf>

VASCONCELLOS, M. J. (2001), Catamarã, Página consultada em 16 de Novembro de 2013, disponível em: http://www.oceanica.ufrj.br/ocean/hscraft/nova_pagina_4.htm

VIEIRA, A. M.(2010), Rádio, Página consultada em 27 de Janeiro de 2014, disponível em: http://www.univasf.edu.br/~gari/futvasf/paginas/download/Apresenta%C3%A7%C3%A3oRF_Manoel%2009-04-2010.pdf

WANG J.,GU W., ZHU J., Design of an Autonomous Surface Vehicle Used for Marine Environment Monitoring, International Conference on Advanced Computer Control DOI 10.1109/ICACC.2009.50, Marine Technology & Control Engineering Key Laboratory Shanghai Maritime University 2008.

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A. (2012), Motores Síncronos, Página consultada em 7 de Agosto de 2014, disponível em:<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-motores-sincronos-artigo-tecnico-portugues-br.PDF>

XAVIER, S.(2012), Veículo Aquático Autônomo, Página consultada em 2 de Fevereiro de 2014, disponível em:<http://www.inct-sec.org/br/noticias/267-veiculo-aquatico-autonomo-e-tema-de-pesquisa-do-inct-sec-em-evento-na-italia>

ZAFALON, J. GRAU DE PROTEÇÃO (IP), REVISTA FERRAMENTAS GERAIS
EDIÇÃO SP ANO 12 • Nº 58.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ESCOLHA DO CASCO

Neste apêndice são apresentadas as opções de cascos disponíveis em nosso mercado, para então definir o que apresenta as melhores características para o projeto.

A.1 – Casco

A configuração proposta para o projeto é de uma embarcação multicasco do tipo catamarã, que poderá possuir até quatro motores, sendo a princípio dois propulsores na popa e os outros dois propulsores fixado na parte lateral da embarcação, o que poderá facilitar nas manobras. Possuirá também painéis fotovoltaicos cujo o posicionamento ainda está em análise e outros diversos equipamentos para monitoramento ambiental.

Para escolha do casco foram levados em consideração os seguintes fatores:

- Capacidade de carga;
- Durabilidade dos materiais;
- Baixo custo;
- Pouco arrasto aerodinâmico;
- Facilidade para a junção dos cascos;
- Disponibilidade de mercado;
- Facilidade no transporte;
- Área para colocação do painéis fotovoltaicos.

A embarcação multicasco do tipo catamarã, se comparada a uma embarcação monocasco, possui as seguintes vantagens: maior estabilidade, maior espaço de convés, melhor distribuição de peso, menor calado o que possibilita navegar em águas mais rasas, maior velocidade, menor arrasto e resistência e uma maior capacidade para manobras, sendo que possui uma distância maior entre os propulsores. As desvantagens são maior peso, maior custo, maior tamanho final e dificuldade no transporte e na construção.

A.2– Composição

Neste item é abordado um estudo comparativo entre tipos de composição de casco, os critérios usados para a comparação foram a disponibilidade no mercado e facilidade de aquisição. As composições dos cascos utilizadas para o comparativo foram madeira, metal, fibra de vidro e plástico.

As embarcações que apresentam um casco de madeira têm como principais características ser excelente isolante térmico, alta durabilidade e não rsiveis, ou seja , apresenta imunidade a água salgada. As principais desvantagens alto custo, a dificuldade na construção, manutenção cara e constante, não possui uma boa hidrodinâmica e dificuldade de encontrar material de qualidade.

A embarcação de metal apresenta como principais características a leveza do material, a fácil manutenção, o baixo custo, grande versatilidade e possuir resistência a ferrugem (alumínio). Em contrapartida, apresentam pouco isolamento térmico, maior necessidade de estrutura interna, alto risco em navegação com relâmpagos, maior peso final e um custo elevado para a construção de pequenas embarcações.

A embarcação composta por fibra de vidro ou plásticos apresenta como vantagens possuir um baixo peso, baixo custo de aquisição, alta durabilidade, um bom isolamento térmico e uma grande variedade de estruturas. As desvantagens são manutenção e cuidados constantes, pouca resistência a impactos e o ressecamento quando expostos por longos períodos de sol.

A.3 - Tipo de Casco

Neste tópico é abordado o estudo sobre os tipos de casco, tendo como opções caiaque, infláveis e miniveleiro.

- A embarcação constituída de fibra de vidro ou plástico apresenta suas principais características a leveza, facilidade no transporte, variedade na estrutura, baixo custo e alta resistência a compressão, possui projetos de junção entre os casco. A embarcação do tipo caiaque em sua maior parte é composta por esses materiais citados acima, além da facilidade de ser encontrado no mercado nacional. A desvantagem de uma embarcação constituída desse materiais é a pouca rigidez estrutural, o que pode ocasionar deformações quando submetido a esforços.
- A embarcação inflável apresenta como principais característicasa facilidade do transporte, se considerarmos os flutuadores vazios, outra vantagem é a velocidade já que grande parte da embarcação se encontra sobre a água. As desvantagens são o alto preço de aquisição, pouca durabilidade e para este projeto a dificuldade na junção de cascos.
- A embarcação mini veleiro apresenta como principais características a maior resistência já que não há necessidade de fazer uma junção, já é um catamarã e possui uma grande capacidade de carga. As desvantagens são a dificuldade de transporte, o alto custo e possuir o maior peso se comparada as outras embarcações.

A.4 - Modelos de Casco

Neste tópico são apresentados os modelos de cascos presentes em nosso mercado, conforme ilustra as Figuras A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7.



Figura A. 1: Caiaque Lontras extraído de <http://caiaquelontras.com.br/pesca/wp-content/uploads/slideshow-gallery/barracuda-amarelo.jpg>



Figura A. 2: Caiaque Barracuda extraído de http://mlb-s2-p.mlstatic.com/caiaque-barracuda-da-lontras-18783-MLB6963853952_092014-O.jpg



Figura A. 3: Caiaque Orca duplo extraído de <http://www.caiquesnordeste.com.br/imagens/cn22/foto10.gif>



Figura A. 4: Caiaque *Hunter Fishing* extraído de http://images.tcdn.com.br/img/img_prod/352403/_250_3_20140402190236.jpg



Figura A. 5: Caiaque Neo extraído de https://www.portaldoesporteonline.com.br/img_up3/01275931150.jpg



Figura A. 6: Caiaque Rio (Inflável) extraído de <http://www.inflatable-kayaks.co.uk/canoes-kayaks/sevylor/images/rio-kcc305-s.jpg>



Figura A. 7: Smart Cat extraído de <http://www.eboat.com.br/fotosbarcos/368-smartcat-2.jpg>

Na Tabela A.1 são apresentadas as principais características dos cascos apresentados nas figuras acima.

Tabela A. 1: Características dos Cascos.

Modelo	Custo(R\$)	Dimensões	Peso	Capacidade	Composição
Lontras	1.690,00	3,05m x 0,72m	20kg	120kg	Polietileno
Barrancuda	1.690,00	3,4m x 0,75m	24kg	145kg	Polietileno
Orca Duplo	2.119,00	3,90m x 0,88m	32kg	240kg	Polietileno
Hunter Fishing	1.650,00	3,15m x 0,80m	18kg	190kg	Polietileno
Neo	1.219,00	2,45m x 0,72m	16kg	120kg	Polietileno
Rio	1.420,00	2,98m x 0,93m	14kg	150kg	Inflável
Smart cat	9.225,00	3,60m x 1,35m	65kg*	230kg	Fibra de vidro

*Peso aferido com a vela.

A.5–Casco Escolhido

Dentre as características citadas na Tabela A1 acima, o casco escolhido foi o Brudden *Hunter Fishing* da Figura A.4, por apresentar uma boa área para fixação dos painéis fotovoltaicos e por sua relação carga comprimento.

APÊNDICE B – ESCOLHA DO GUINCHO ELÉTRICO

Neste apêndice são apresentados as opções de motor e modelos de guincho elétrico disponíveis em nosso mercado, para então definir qual guincho elétrico apresenta as melhores características para o projeto.

O sistema de ancoragem é desenvolvido com o intuito de poupar o máximo de energia elétrica das baterias da embarcação, pois quando a embarcação estiver parada coletando informações, será acionado um dispositivo que acionará a âncora para que os propulsores sejam desligados ou tenham seu funcionamento reduzido apenas para manter o posicionamento da embarcação, evitando o desperdício de energia.

O guincho elétrico será o responsável por lançar e puxar a âncora. Antigamente tirar a âncora da água só era possível com a força dos braços, hoje em dia, mesmo em embarcações de pequeno porte, o cansativo trabalho de puxar a âncora ganhou um aliado, o guincho elétrico, pois com ele mesmo em situações adversas puxar a âncora tornou-se uma tarefa mais simples, além de mais rápida.

Existem dois modelos de guincho elétrico para âncoras no mercado, que se diferenciam pelo posicionamento do corpo do motor e da catraca, horizontal ou vertical. A potência varia entre 300W a 2000W já a tensão de alimentação varia de 12V ou 24V.

B.1 – Motor do Guincho

Os guinchos elétricos utilizam dois tipos de motores DC (corrente contínua): os de imã permanente e os tipo série que são alimentados por baterias de 12V ou 24V. Todos os motores elétricos DC usados nos guinchos elétricos são compostos por um estator e um rotor. No estator ficam os pólos do motor que tem a função de produzir um campo magnético fixo afim de interagir com as bobinas do rotor. No rotor as bobinas presentes são alimentadas através das escovas que em contato com o comutador geram o campo necessário para acionar o motor.

A diferença entre o motor de imã permanente e o motor tipo série, é que no primeiro o estator é constituído de imãs e no tipo série de bobinas.

B.2 – Modelos de Guincho

Neste tópico são apresentados os modelos de guinchos presentes em nosso mercado, conforme ilustrados nas Figuras B1, B2, B3 e B4.



Figura B. 1: Guincho Eléctrico Náutico 700 watts modelo FS -710 horizontal extraído de http://www.barconovo.com/imagens/barconovo.com/produtos/Guincho/guincho-nautico-para-ancora-700-watts-lanchas-ou-veleiros_MLB-F-2711493425_052012.jpg



Figura B. 2: Guincho Eléctrico Náutico 700 watts modelo *Lewmar* CPX extraído de <http://www.hfnautica.com.br/uploads/guincho-eletrico-nautico-lewmar-cpx0-700-watts-6-mm-hf-nautica.jpg>



Figura B. 3: Guincho Eléctrico Náutico 700 watts modelo Pro Va 1000 extraído de http://www.barconovo.com/imagens/barconovo.com/produtos/Guincho/guincho-nautico-para-ancora-1000-watts-lanchas-ou-veleiros_MLB-F-2711678886_052012.jpg



Figura B. 4: Guincho Eléctrico Náutico 700 watts modelo *Fisherman 25* extraído de http://i1.wp.com/tracoutdoor.com/wp-content/uploads/2014/03/fisherman25_mounted_lg.jpg?resize=300%2C240

Na Tabela B.1 são apresentadas as principais características dos guinchos elétricos presentes em nosso mercado, ilustrados nas figuras acima.

Tabela B. 1: Características dos Guinchos Elétricos Náutico.

Modelo	Custo (R\$)	Tensão (V)	Peso (kg)	Capacidade (kg)	Velocidade (M/min)	Corrente (A)
FS – 710	1.690,00	12	4	120	17	12
Lewmar CPX	2.570,00	12	9,2	500	14	75
Pro Va 1000	2.690,00	12	8	450	18	13 ~ 25
Fisherman 25	1.497,00	12	7,25	45,4	20	10~12

B.3 – Guincho Escolhido

Dentre as características apresentadas na Tabela B.1 acima, o guincho escolhido foi o o modelo *Fisherman 25* da Figura B.4, devido a dificuldade de aquisição no mercado nacional tornou sua aquisição proibitiva para o projeto. Foi escolhido então, para equipar a embarcação, o guincho elétrico náutico 700 watts modelo FS -710 horizontal indicado na Figura B.1, por apresentar facilidade de aquisição e atender as necessidades iniciais do projeto.

APÊNDICE C – DIAGRAMAS MECÂNICO E ELÉTRICO

Neste apêndice serão apresentados os diagramas mecânico e elétrico da embarcação. No diagrama mecânico são apresentados os esboços iniciais para a escolha do posicionamento dos equipamentos na embarcação. No diagrama elétrico são apresentados os esquemas elétricos da interligação entre os componentes da embarcação, também serão apresentados os circuitos acionadores dos propulsores e do guincho elétrico.

C.1 – Diagrama Mecânico

Neste item são apresentados os esboços da embarcação com o posicionamento dos equipamentos a fim de determinar a distribuição do peso para manter a simetria, além do melhor aproveitamento de espaço.

Na Figura C.1 é mostrado o primeiro esquema para posicionamento dos equipamentos em uma embarcação do tipo catamarã, sendo composto por quatro propulsores elétricos fixados no material de junção dos cascos, banco de baterias de chumbo ácido e o sistema de potência e controle dos propulsores localizados na popa da embarcação, área destacada em verde será reservada para colocação dos painéis solares, sistema de comunicação e controle localizados na proa da embarcação, assim como o sistema de ancoragem e seu sistema de potência e controle. Neste esquema a junção é composta por quatro perfis de alumínio sendo dois na longitudinal e dois na transversal.

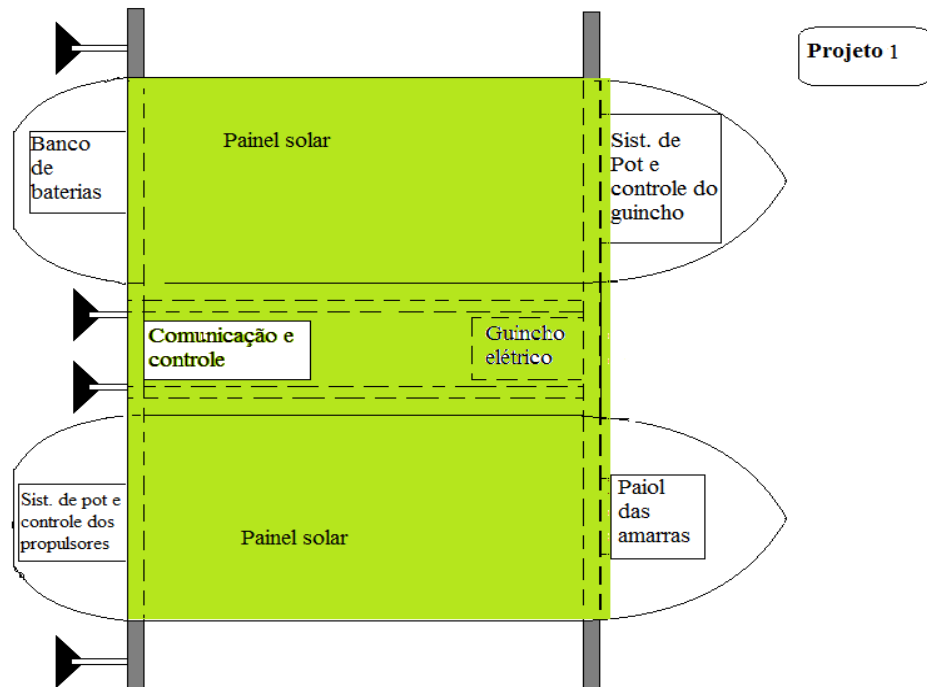


Figura C. 1: Projeto 1.

A Figura C.2 apresenta um conjunto similar ao da Figura C.1, contudo apresenta sua propulsão com quatro propulsores fixados na junção dos cascos localizados na popa, a junção é composto por seis perfis de alumínio, sendo dois na transversal e quatro na longitudinal e uma troca de posicionamento entre o bloco da comunicação e controle com o bloco do guincho elétrico, o que proporciona uma área maior para a alocação dos painéis solares destacadas em verde.

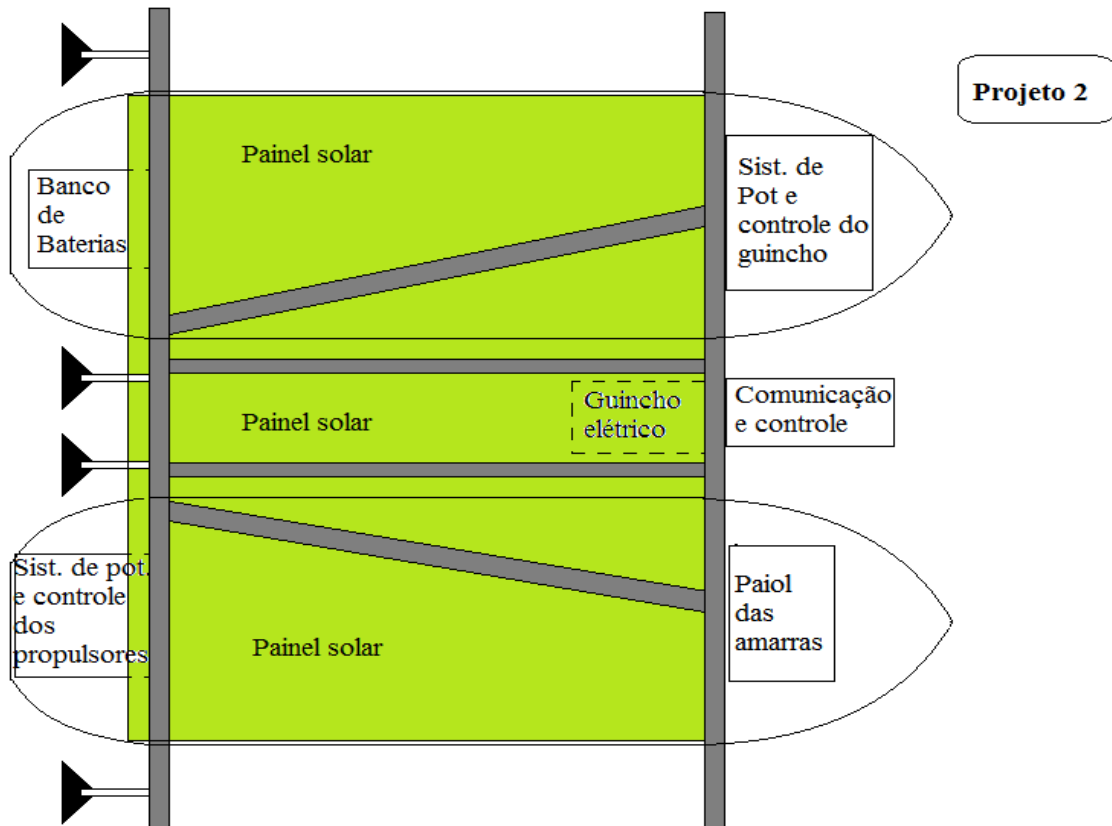


Figura C. 2: Projeto 2.

Na Figura C.3 é representado um esquema idêntico ao da Figura C.2, porém os dois propulsores centrais foram colocados e fixados na popa da própria embarcação, porém para realizar a fixação dos propulsores na popa deverá ser feito um reforço estrutural na embarcação.

A Figura C.4 apresenta uma estrutura similar ao da Figura C.1, no entanto apresenta quatro propulsores e uma distribuição simétrica da massa na embarcação.

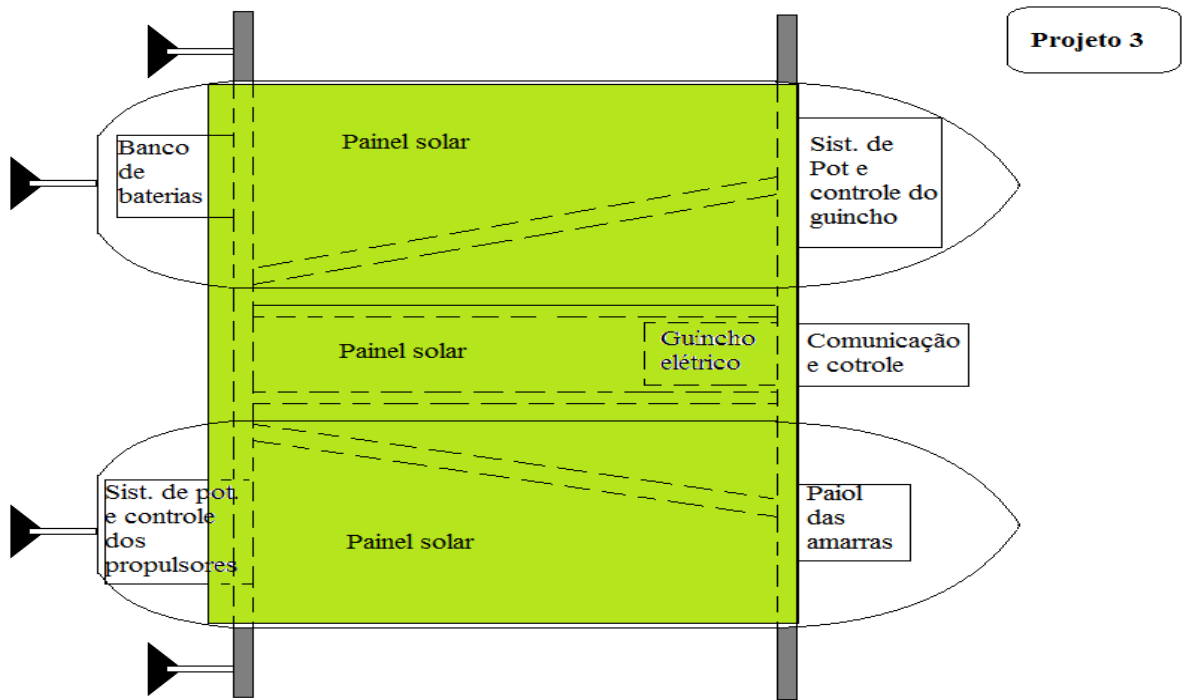


Figura C. 3: Projeto 3.

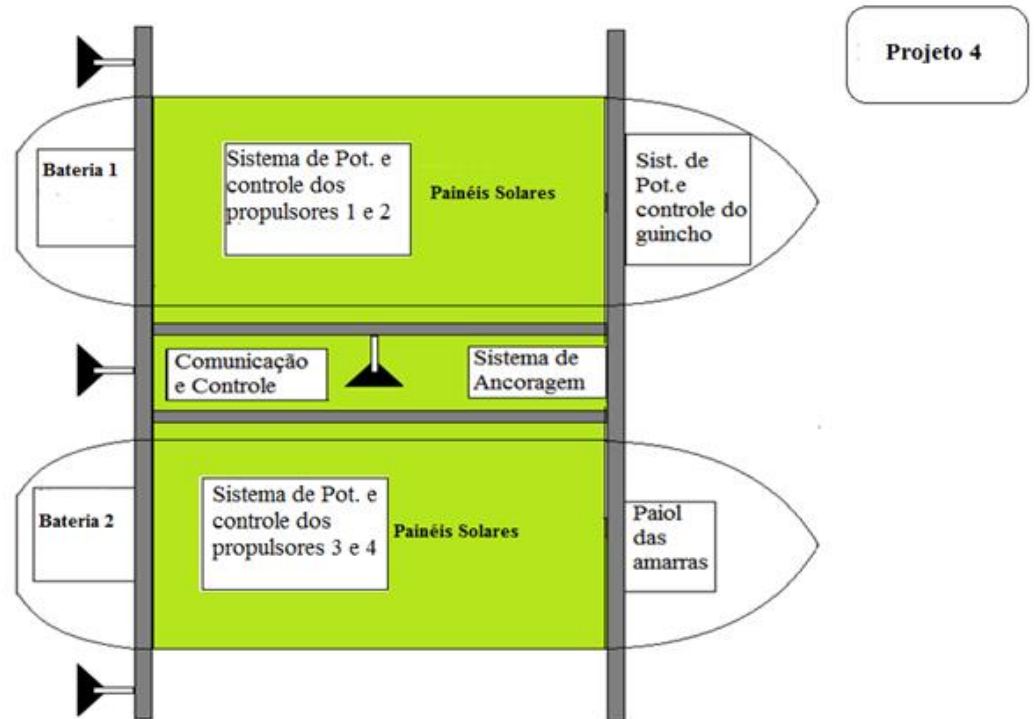


Figura C. 4: Projeto 4.

A Figura C.5 apresenta um conjunto similar ao projeto C.3, no entanto a junção entre os caiaques é composta por dois perfis de alumínio na transversal e uma chapa de aço para a contração de uma plataforma e reforçada estrutura e também para servir de fixação para os painéis solares.

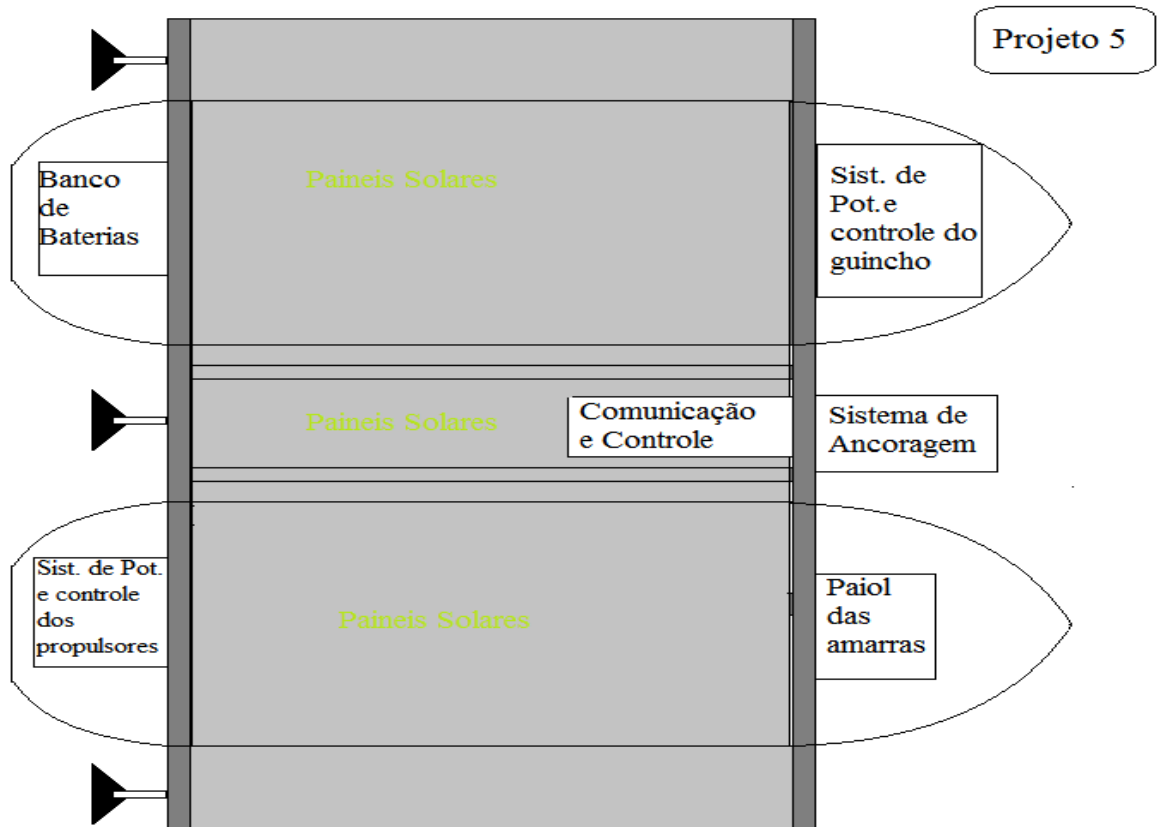


Figura C. 5: Projeto 5.

C.2 – Equipamentos para Junção dos Cascos

Para realizar a junção entre os caiaques para fazer a montagem do catamarã serão necessários 4 perfis de alumínio de formato retangular com dimensões de (0,01 x 0,05 x 0,003) m. Dois serão utilizados na transversal e serão responsáveis pela ligação entre os cascos cujo seu comprimento é de 3,0 metros e outros dois perfis de alumínio serão colocados na longitudinal para reforçar a estrutura de junção, conectados nos dois perfis de alumínio que serão colocados na transversal cujo comprimento é 1,7 metros. Para reforçar mais a estrutura de junção e servir como base e fixação de equipamentos utilizaremos uma chapa de alumínio com as seguintes medidas (1,7 x 1) metros.

Para a montagem entre os perfis de alumínio e o caiaque serão utilizados parafusos de cabeça boleada cujo perfil é $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$, pois apresenta uma resistência mecânica necessária para fixar a estrutura, os parafusos devem ser de latão, pois além de apresentar uma resistência a maresia é facilmente encontrado no mercado nacional o que facilita a aquisição. Também serão necessárias arruelas de pressão e porcas sextavadas na mesma quantidade de parafusos. A Tabela D.1 apresentada a descrição destes materiais citados acima.

C.3 – Diagramas Elétricos

Neste item são apresentados os esquemas elétricos dos equipamentos presentes na embarcação, além da interligação dos mesmos. A Figura C.6 ilustra como será ligado os equipamentos ao barramento de 12V e dos demais circuitos auxiliares quando necessário, além dos fusíveis de proteção aos equipamentos.

A Figura C.7 mostra o diagrama de alimentação dos componentes com um barramento de tensão de 24V DC, ou seja, com as duas baterias de 12V DC ligadas em série. Nesta disposição será necessário o uso de conversores de potência DC (24V DC para 12V DC) para a alimentação dos propulsores, roteador, luzes de navegação e guincho elétrico e um conversor de potência DC (24V DC – 20V DC) para a alimentação do netbook. Este conversor de potência poderá ser montado por simples divisores de tensão. As Figuras C.8 e C.9 mostram a relação de R1 e R2 afim de obter 12V DC e 20V DC na saída respectivamente.

A Figura C.10 mostra o esquema elétrico do circuito eletrônico desenvolvido por Hendrik Schultze que é responsável pelo acionamento dos relés dos propulsores.

A Figura C.11 ilustra como será realizada a ligação dos painéis fotovoltaicos com o banco de baterias. A configuração série em linha com os painéis ligados em paralelos foi desenvolvida por Mayra, em seu projeto de conclusão de curso.

Tabela C. 1: Descrição dos Equipamentos para Junção dos Cascos.

Descrição do Material	Quantidade
Perfil de alumínio (0,01 m x 0,05 m x 0,003 m) com comprimento 3,0 metros	02
Perfil de alumínio (0,01 m x 0,05 m x 0,003 m) com comprimento 1,7 metros	02
Chapa de aço (1,7 m x 1 m)	01
Parafusos $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20
Arruelas $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20
Porcas sextavadas $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20

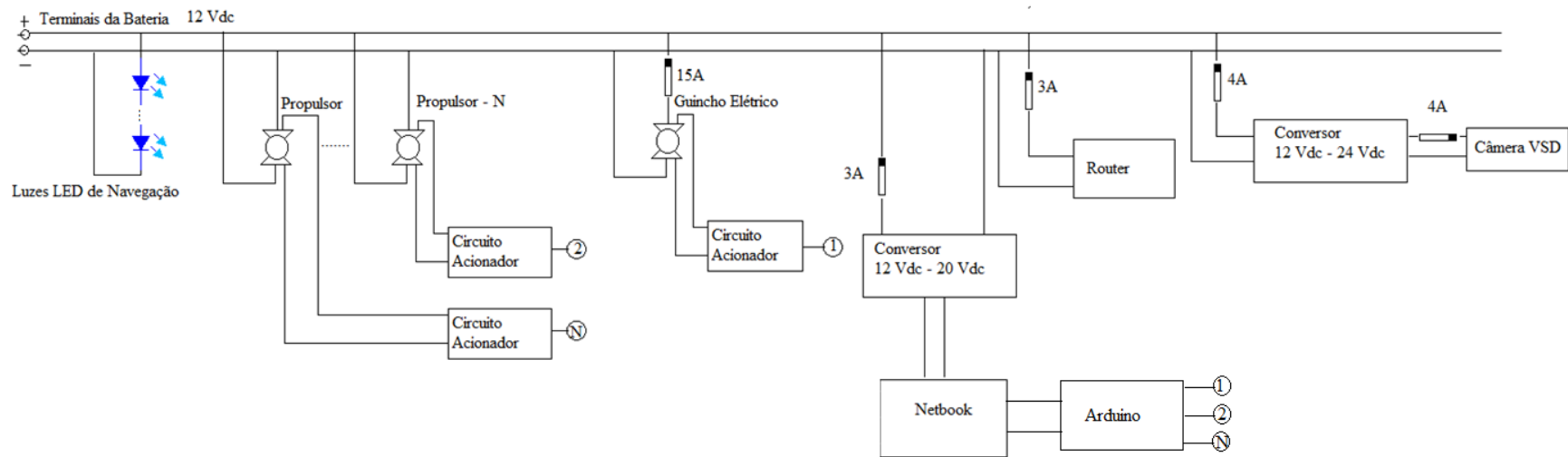


Figura C. 6: Diagrama Elétrico 12V.

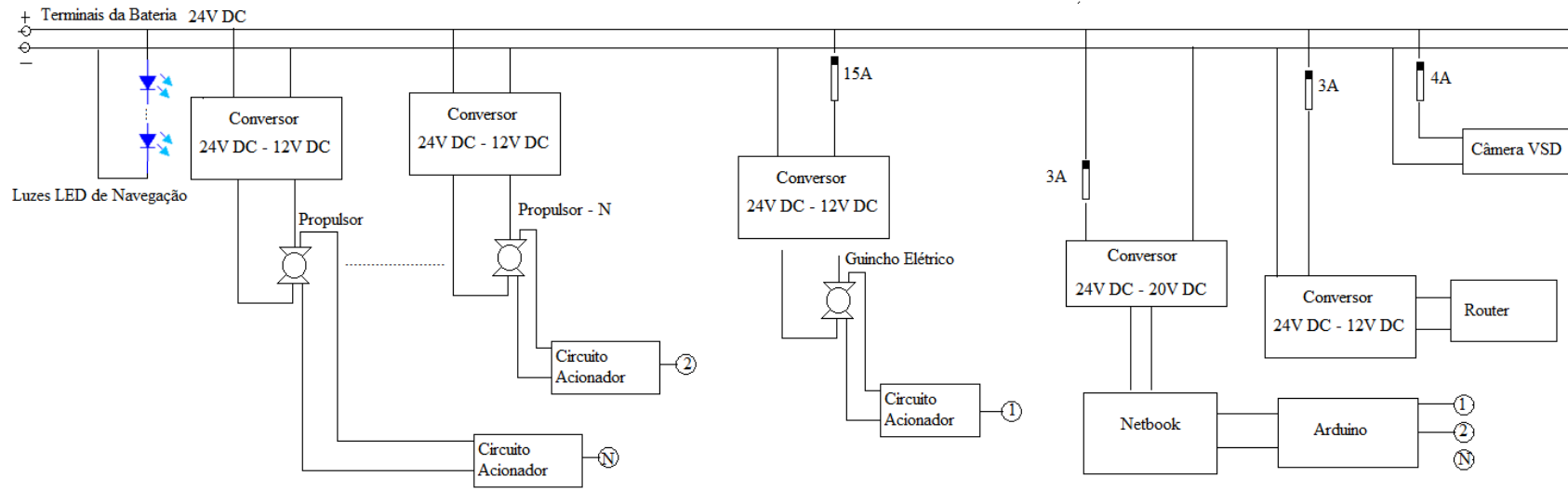


Figura C. 7: Diagrama Elétrico 24V

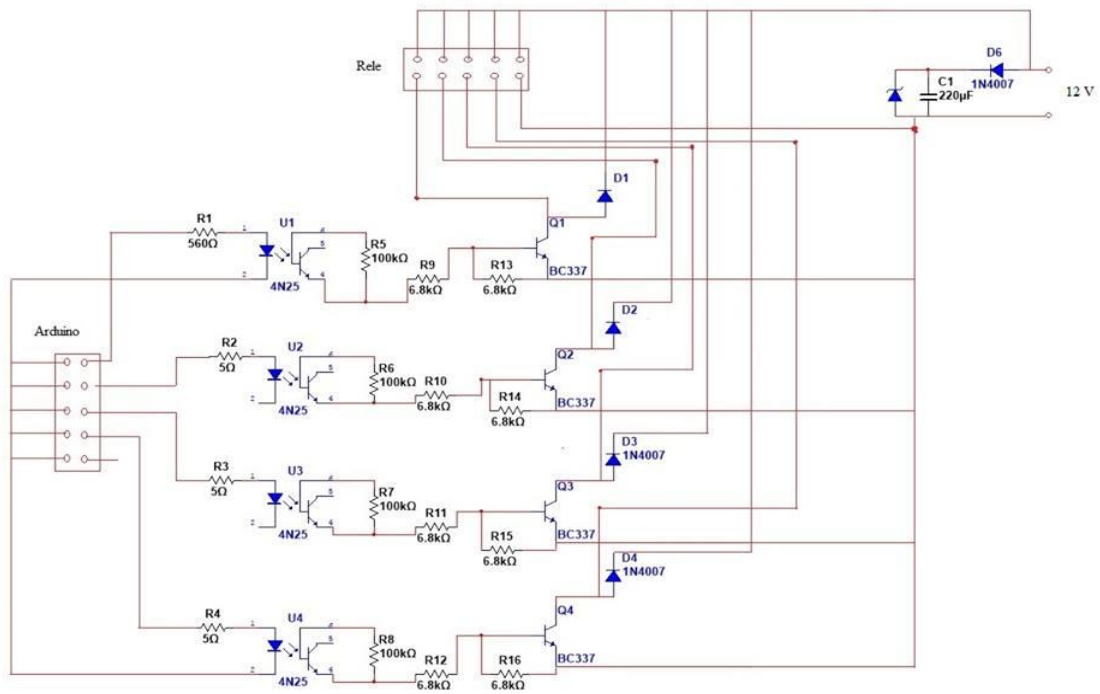


Figura C. 8: Esquema Elétrico dos Relés de Acionamento dos Propulsores.

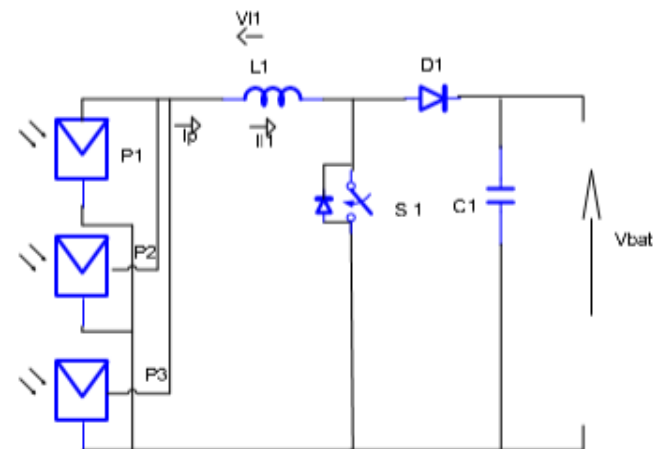


Figura C. 9: Configuração série em linha com os painéis em paralelo desenvolvido pela Engenheira Mayra da Veiga Peixoto Pereira para o projeto Sistemas de Eletrônica de Potência para Barco Teleguiado Baseado em Módulos Solares Fotovoltaicos.

C.4 – Dimensionamento dos Fios

Neste item será abordado um dimensionamento dos fios para embarcação, onde será feito estudo com todas as correntes necessárias para o funcionamento dos equipamentos elétricos que compõem a embarcação. Estas correntes serão consideradas com o seus valores máximos, a Tabela D.2 apresenta a quantidade de corrente máxima de cada equipamento, assim como o dimensionamento do fio adequado, para que não ocorra o aquecimento do mesmo.

Tabela C. 2: Dimensionamento dos Fios.

Equipamento	Corrente Máxima (A)	Fio (mm²)
Propulsor	38	6
Guincho Elétrico	12	1,5
<i>Speed Dome</i>	3	0,5
<i>Netbook</i>	2,1	0,5
Roteador	1,5	0,5

APÊNDICE D - MISCELÂNEA

Neste apêndice serão apresentados os equipamentos necessários para a proteção dos componentes eletrônicos embarcados, assim como suas respectivas junções, e as estruturas dos painéis e câmera.

D.1 – Proteção dos Equipamentos Eletrônicos

Neste item é abordado as caixas utilizadas para proteção dos sistemas eletrônicos embarcado como: baterias, fusíveis e fiação contra a ação da água e do tempo.

Como a embarcação deverá ser utilizada por extensas horas em campo, a bateria necessita de uma proteção mais robusta, além de sua própria caixa. A Figura D.1 ilustra as capas de borrachas para terminais da bateria, a Figura D.2 mostra a caixa de proteção da bateria.



Figura D. 1: Capa de Borracha para Proteção dos Terminais da Bateria extraído por <http://www.hfnautica.com.br/uploads/capa-terminal-de-bateria-seachoice-uso-nautico-par-HFNautica.jpg>



Figura D. 2: Caixa Estanque para Bateria extraído <http://www.barconovo.com/imagens/barconovo.com/produtos/caixa.jpg>

A Figura D.3 mostra a caixa que irá armazenar e proteger os fusíveis que são responsáveis pela proteção dos sistemas elétricos e eletrônicos.



Figura D. 3: Caixa de Fusíveis extraído de http://mlb-s1-p.mlstatic.com/motores-partes-en-pecas-carros-20744-MLB20196440422_112014-Y.jpg

Para proteção dos sistemas é utilizada a caixa estanque do tipo mala, ilustrada na Figura D.4, com suas seguintes dimensões (46 x 32 x 20) cm.



Figura D. 4: Caixa Estanque extraído de http://www.makosports.com.br/produto.php?cod_produto=4213852

D.2 – Estrutura dos Painéis e Câmera

Para realizar a montagem dos painéis solares com caiaques serão necessários 5 perfis de alumínio de formato retangular com dimensões de (0,3 m x 0,05 m x 0,003 m), com um comprimento de 1,7 metros, que serão postos na longitudinal da embarcação e fixados na estrutura de junção.

Para montar a estrutura que será usada para o sistema de visão, usaremos 3 perfis de alumínio em formato retangular com dimensões (0,03 m x 0,05 m x 0,003 m). Um será colocado na vertical e tem 1 metro de comprimento e os outros dois serão colocados ligando as extremidades da junção com a estrutura colocada na vertical na parte da popa da embarcação possuindo 1,8 metros de comprimento.

Para a montagem das estruturas serão utilizados parafusos de cabeça boleada cujo perfil é $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$, pois apresenta uma resistência mecânica necessária para fixar a estrutura, os parafusos devem ser de latão, pois além de apresentar uma resistência a maresia é facilmente encontrado no mercado nacional o que facilita a aquisição. Também serão necessárias arruelas de pressão e porcas sextavadas na mesma quantidade de parafusos. A Tabela D.1 apresenta a descrição destes materiais citados acima.

Tabela D. 1: Descrição dos Equipamentos para Montar as Estrutura.

Descrição do Material	Quantidade
Perfil de alumínio (0,3 m x 0,05 m x 0,003 m) com comprimento 1,7 metros	05
Perfil de alumínio (0,01 m x 0,05 m x 0,003 m) com comprimento 1,8 metros	02
Perfil de alumínio (0,01 m x 0,05 m x 0,003 m) com comprimento 1 metro	01
Parafusos $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20
Arruelas $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20
Porcas sextavadas $\frac{3}{4}$ por $\frac{5}{16}$	20