



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**RAÍZA REGINA MOURA RAMOS
SÉRGIO FERNANDO AIRES DE SOUZA**

**LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MANGUES PARA O TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES NO MUNICÍPIO DE PORTO
NACIONAL - TOCANTINS**

**PORTO NACIONAL - TO
2017**

**RAÍZA REGINA MOURA RAMOS
SÉRGIO FERNANDO AIRES DE SOUZA**

**LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MANGUES PARA O TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES NO MUNICÍPIO DE PORTO
NACIONAL - TOCANTINS**

Projeto de Pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Ltda, como requisito para obtenção do grau de Bacharel, junto a Faculdade de Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Me. Silvia Barroso Gomes Souto

**PORTO NACIONAL - TO
2017**

**RAÍZA REGINA MOURA RAMOS
SÉRGIO FERNANDO AIRES DE SOUZA**

**LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MANGUES PARA O TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES NO MUNICÍPIO DE PORTO
NACIONAL - TOCANTINS**

Projeto submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos LTDA, como requisito para obtenção do grau de Bacharel, junto a Faculdade de Engenharia Civil.

Projeto apresentado e defendido em 24 de maio de 2017 e aprovado perante a Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof.^a Me. Silvia Barroso Gomes Souto - Orientadora

**PORTO NACIONAL - TO
2017**

RESUMO

O levantamento batimétrico é traduzido como a medição das profundidades dos mares ou lagos. Por muitos anos, os levantamentos batimétricos eram realizados através de métodos relativamente simples, porém demorados e com pouca precisão, sendo imprescindível para o mapeamento do leito de determinado curso d'água quando se fazem necessárias obras de engenharia. O objetivo geral deste estudo é desenvolver um levantamento batimétrico da bacia hidrográfica do Rio Mangues para o tráfego de embarcações, localizado no distrito de Luzimangues em Porto Nacional, no estado do Tocantins. Os conceitos utilizados abordarão tipos de embarcações próprias para a navegação e calado apropriado para o canal. Coletaremos todos os dados obtidos através das medições e visualizaremos, por meio do planejamento, os impactos ambientais que poderão ocorrer caso sejam executadas possíveis obras de engenharia. Para realização do estudo em questão, executaremos visitas até o local, no período da estiagem, onde se encontra a bacia hidrográfica do Rio Mangues auxiliada por uma equipe capacitada que nos fornecerá suporte em todas as etapas de medição. Os equipamentos, os quais utilizados serão o GPS que nos fornecerá o posicionamento e o ecobatímetro do tipo monofeixe à profundidade, sendo que os dois combinados em uma embarcação irão obter excelentes resultados por meios de navegações em linhas planejadas de forma a cobrir a área de interesse. O ecobatímetro do tipo monofeixe, atualmente, é o equipamento mais utilizado no mundo inteiro, quando se deseja obter a profundidade dos rios, lagos e similares. Isso se dá quando é levada em consideração a relação custo-benefício para levantamentos nas áreas com profundidades de até 130 metros. Desta forma, de acordo com os resultados obtidos através do levantamento batimétrico, caso o rio em estudo não esteja apropriado para estes tipos de navegações fluviais, indicaremos quais métodos necessários e possíveis de melhoramento deverão ser analisados para o tráfego de embarcações.

Palavras-chave: Levantamentos batimétricos. Rio Mangues. Ecobatímetro monofeixe.

ABSTRACT

The bathymetric survey is translated as the measurement of the depths of the seas or lakes. For many years, bathymetric surveys were carried out using relatively simple but time-consuming methods with little precision, being essential for the mapping of the bed of a given watercourse when engineering works are required. The general objective of this study is to develop a bathymetric survey of the Mangues River watershed for vessel traffic, located in the Luzimangues district of Porto Nacional, in the state of Tocantins. The concepts used will address types of vessels suitable for navigation and channel design. We will collect all data obtained through the measurements and visualize, through planning, the environmental impacts that may occur if possible engineering works are performed. In order to carry out the study in question, we will carry out visits to the site during the dry season, where the river basin of the Mangues River will be assisted by a qualified team that will provide us with support in all stages of measurement. The equipment used will be the GPS that will provide us with the positioning and the ecobatímetro of the type monofeixe to the depth, being that the two combined in a boat will obtain excellent results by means of navigations in planned lines in order to cover the area of interest. The monochrome type eco-meter is the most widely used equipment in the world today, when it is desired to obtain the depth of rivers, lakes and the like. This occurs when the cost-benefit ratio for surveys in areas with depths up to 130 meters is taken into account. Thus, according to the results obtained through the bathymetric survey, if the river under study is not suitable for these types of river navigation, we will indicate which methods are necessary and possible for improvement to be analyzed for vessel traffic.

Keywords: Bathymetric surveys. Rio Mangues. Single-stage ecobatometer.

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1 - Transporte em vias interiores por região hidrográfica.....	14
FIGURA 2 - Porto de Santos - SP	15
FIGURA 3 - Representação de exportação e importação dos principais Portos Brasileiros.....	15
FIGURA 4 - Fluxograma de classificação dos portos	17
FIGURA 5 - Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia	20
FIGURA 6 - Pontal distância vertical medida do convés até um plano horizontal da embarcação.....	22
FIGURA 7 - Embarcação fluvial e suas dimensões.....	23
FIGURA 8 - Lancha de transporte de passageiros.....	24
FIGURA 9 - Lancha para lazer e fiscalização por parte dos órgãos responsáveis....	24
FIGURA 10 - Barco de transporte misto (passageiros/cargas)	24
FIGURA 11 - Transporte de cargas (comboios de empurra).....	25
FIGURA 12 - Transporte de serviços (cábrea sendo utilizada em resgate de barco naufragado)	25
FIGURA 13 - Baltimetria.....	27
FIGURA 14 - Ecobatímetro.....	29
FIGURA 15 - Instrumentos batimétricos em uma embarcação	30
FIGURA 16 - Profundidade a partir de dados batimétricos	31
FIGURA 17 - Marcas de calado no casco de um navio.....	32
FIGURA 18 - Ocorrência do efeito doppler	34
FIGURA 19 - Rio Mangles capturada por satélite, partindo da fazenda Toca da Onça.....	36
FIGURA 20 - Topografia do rio Mangles no ano de 2001 - vegetação	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Orçamento do projeto	39
QUADRO 2 - Cronograma do desenvolvimento do projeto de pesquisa.....	40

LISTA DE SIGLAS

AC - Antes de Cristo

ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler

ANA - Agência Nacional de Águas

ANTAQ - Agência Nacional de Transporte Aquaviário

ART - Artigo

CONIT - Conselho Nacional de Integração de política de Transportes

COSEPS - Coordenação dos Serviços Portuários de Santos

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

GPS - Global Positioning System

HZ - Hertz

HP - Horse Power

IHO - International hydrographic Organization

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPEM - Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo

KHZ - Quilo Hertz

KM - Quilômetro

M - Metro

M² - Metro Quadrado

MT - Ministério dos Transportes

Nº - Número

NAVSTAR - Navigation Satellite with Time and Ranging

RSL - RiversurveyorLive

SEP - Secretaria de Portos

SONAR - Sound Navigation and Rankine

T - Tonelada

TO - Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO SISTEMA HIDROVIÁRIO BRASILEIRO	12
2.2 PORTOS E CONSTRUÇÕES PORTUÁRIAS.....	14
2.3 SISTEMA HIDROVIÁRIO DO TOCANTINS	17
2.3.1 Hidrovia do Rio Tocantins-Araguaia.....	18
2.4 TIPOS DE EMBARCAÇÕES UTILIZADAS EM HIDROVIAS	20
2.5 BATIMETRIA.....	26
2.5.2 Ecobatimetria.....	28
2.5.3 Levantamentos ecobatimétricos.....	29
2.5.4 Aplicações	30
2.6 CALADO.....	31
2.7 EFEITO DOPPLER	33
3 OBJETIVOS.....	35
3.1 OBJETIVO GERAL	35
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
4 MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	36
4.2 MATERIAIS UTILIZADOS	37
4.3 METODOLOGIA DE CAMPO E LABORATÓRIO.....	38
5 ORÇAMENTO	39
6 CRONOGRAMA	40
7 RESULTADOS ESPERADOS	41
REFERÊNCIAS.....	42
ANEXO	46

1 INTRODUÇÃO

Desde as instaurações dos tempos, no início da colonização do Brasil, a coroa Portuguesa utilizava os rios como vias fluviais com a finalidade de interiorização da metrópole. A partir de então surge como o principal meio de transporte a navegação, capaz de mover grandes volumes a grandes distâncias.

Os meios de transportes são considerados essenciais para o crescimento econômico de uma região e estes podem ser encontrados de diferentes formas: aquáticos, aéreos e terrestres. O presente trabalho enfatiza no transporte hidroviário, o qual é conceituado aquele que, talvez causem menos impactos sociais e ambientais comparado aos modais existentes, além de poucas intervenções e investimentos, fornecendo dezenas de milhares de quilômetros de malha viária disponíveis para a navegação durante todo o ano.

O sistema hidroviário do Tocantins desde o início visou dinamizar a navegação fluvial, possibilitando agilidade na locomoção de produtos presentes na região. Por volta do século XX, o estado se tornou um grande potencial através do abastecimento do mercado regional com produtos naturais do porto de Belém do Pará, e da produção da região. O Tocantins ocupa uma posição estratégica para os circunvizinhos alcançarem mercados consumidores internos e externos. Como região de trânsito, ele representa um elo de ligação entre áreas produtoras e consumidoras.

Considerado um dos meios de transportes mais antigos da humanidade, a navegação procedeu a grandes alterações, deste modo, evoluiu-se tornando o principal modal de transporte, possibilitando assim, abertura de estradas para escoamento de produtos exportados pelos colonizadores da época. As embarcações apresentam características interdependentes essenciais para a trafegabilidade dentro de uma via navegável, sendo subsistemas ligados à sua concepção básica de navegação.

Levantamentos batimétricos condizem na execução das medições de profundidades interligadas a uma posição da embarcação na superfície da água, necessárias em áreas marítimas, fluviais, em lagoas e em canais naturais ou artificiais, navegáveis ou não. Esses levantamentos devem seguir padrões rígidos de qualidade nos resultados das medições para que possa nos fornecer dados verídicos que demonstrarão parâmetros de navegabilidade.

Nessa perspectiva, esse trabalho questiona quais fatores são necessários para implementação de uma hidrovía fluvial no Rio Mangles, o tornando uma via navegável. E se viável quais os tipos de embarcações poderão trafegar sob a hidrovía?

A princípio acredita-se que para que a implementação da hidrovía fluvial no Rio Mangles seja executada com êxito, devem ser seguidas as diretrizes normativas pelos órgãos regulamentadores na elaboração e execução de projetos, que tem por finalidade, a realização de obras de melhoramento para regularização do leito do rio.

A viabilidade da criação de uma hidrovía no estado do Tocantins será uma das alternativas de crescimento econômico para a região, visto que o estado é considerado eixo básico de uma rota de trânsito que interliga centros comerciais a canais internos e externos de distribuição comercial. Técnicas e processos que determinam a navegabilidade como a batimetria para aferir a real profundidade do rio, oportunizam através de seus resultados a possibilidade de uma via navegável.

Desta forma observa-se a importância desta técnica através de medições de profundidades, visando à plena navegabilidade do rio e os tipos das possíveis embarcações, e conseqüentemente aumentará o escoamento de produtos e crescimento nas transações de transporte hidroviário no estado, tornando-o esta bacia hidrográfica a mais nova Multimodal no país.

Nesse panorama, o objetivo deste trabalho é realizar estudos na área de levantamentos batimétricos monofeixe, para verificação e análise da profundidade do Rio Mangles para o tráfego de embarcações no município de Porto Nacional - Tocantins.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO SISTEMA HIDROVIÁRIO BRASILEIRO

A expedição por descobertas de colônias pela América Portuguesa fez com que o primeiro ponto de partida fosse abrir estradas e canais navegáveis, que tinha como principal objetivo a interiorização da metrópole. Neste segmento, desde os primórdios, a então coroa Portuguesa em busca por medidas práticas e econômicas de exportação de produtos utilizavam vias fluviais como transporte de utensílios básicos à vida e economia da terra recém-descoberta (CHAVES, 2002).

Segundo Sapere (2009), o princípio do transporte marítimo nos remete aos povos que habitavam em regiões costeiras que não possuíam grandes volumes de terra para cultivo e que, todavia, se aprimoravam na navegação e no transporte de mercadoria através dos mares, como os povos fenícios.

De acordo com Brighetti (2011) o transporte aquaviário é considerado o mais eficiente por ser mais barato e consumir menos energia. Chaves (2002) acrescenta que o transporte aquaviário é considerado o melhor no quesito indicado para mover grandes volumes a grandes distâncias e que pelo fato do Brasil possuir diversos rios caudalosos, assim como extensa costa marítima (características propícias à navegação), os rios possuem obstáculos a serem vencidos, pois nem sempre eram navegáveis por constituírem muitas cachoeiras.

Santana (2008) ressalta que diferentemente de outros países, o Brasil não incentiva a implementação de meios de transporte alternativos nos grandes centros urbanos, causando uma sobrecarga muitas vezes desnecessária nos modais rodoviário e aéreo.

Quando Santana (2008) faz uma comparação com os demais modais de transportes, principalmente com os modais terrestres, ou seja, o rodoviário, o ferroviário e também dutoviário, os transportes aquaviários podem ser conceituado como aqueles que, talvez causem menos impactos sociais e ambientais, pois a via já é existente, (isso no caso daquelas vias navegáveis que não requerem obras de engenharias como canais, eclusas e outras obras para correção do leito e margem dos rios), ou seja, não exigindo grandes obras de infraestrutura para a sua implantação. Alguns possíveis impactos ambientais podem ocorrer em função de incidentes e acidentes na fase de operação do sistema.

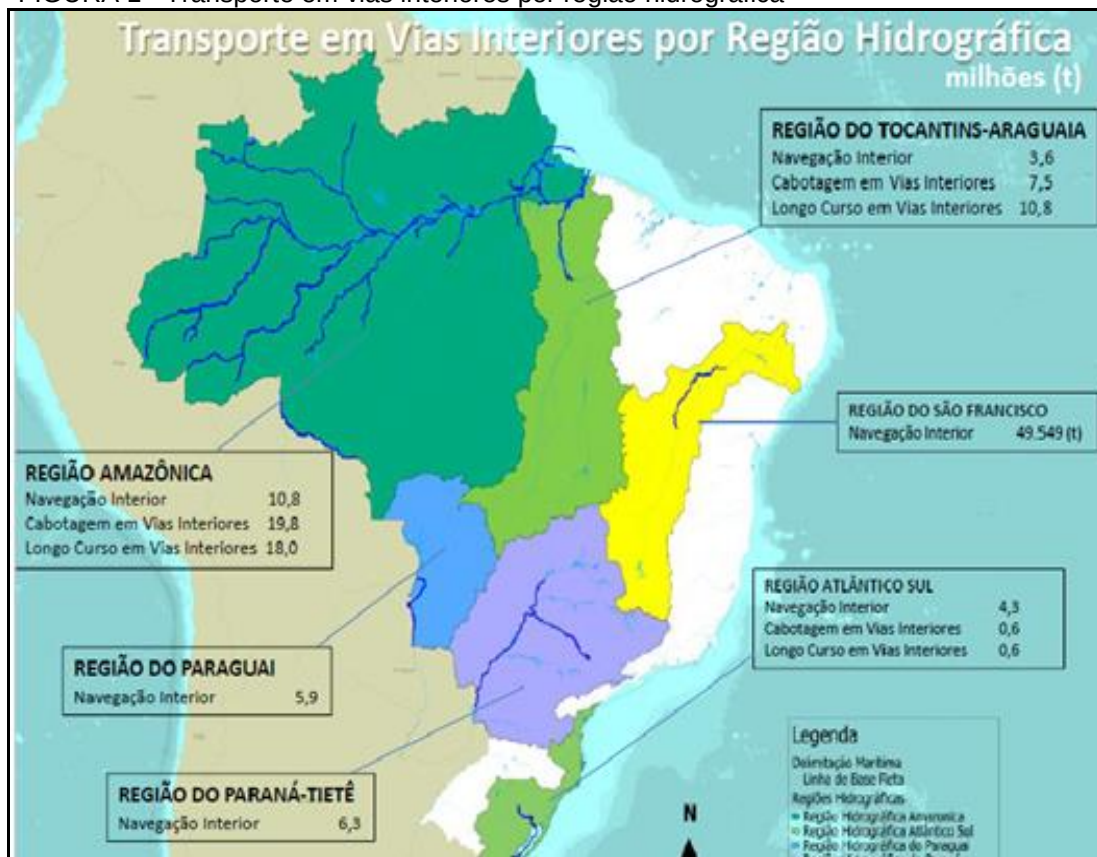
“Em termos de custo e capacidade de carga, o transporte hidroviário é cerca de oito vezes mais barato do que o rodoviário e de três vezes, do que o por ferrovia” (TIZATO; BIGARAN, 2009 p. 02).

O transporte hidroviário apresenta incontáveis vantagens econômicas, sociais e ambientais em relação ao transporte rodoviário, poucas intervenções e investimentos, dezenas de milhares de quilômetros de malha viária ficariam disponíveis para a navegação durante todo o ano (SANTANA, 2008), dentre essas vantagens que o transporte hidroviário disponibiliza, podemos citar:

- Racionalização da potência de motores. Com 1HP se pode movimentar 5 toneladas por hidrovía, 0,5 a 1 tonelada por ferrovia e somente 0,15 a 0,20 tonelada por rodovia;
- Mobiliza maior carregamento de uma só vez;
- Menor consumo de combustíveis;
- Menor peso necessário para transportar 1 tonelada de carga útil;
- Maior tempo de vida útil dos veículos;
- Menor custo de implantação;
- Menor poluição do ar e nível de ruído;
- Menor contaminação do sítio ocupado;
- Menores índices de acidentes fatais.

Conforme dados da Agência Nacional de Transporte Aquaviário, a ANTAQ, estima-se o potencial da malha hidroviária no Brasil um total de 40.000 km de vias interiores, como pode ser visto na Figura 1, necessitando obras de dragagem, transposição e canais (ANTAQ, 2014).

FIGURA 1 - Transporte em vias interiores por região hidrográfica



Fonte: ANTAQ (2014).

2.2 PORTOS E CONSTRUÇÕES PORTUÁRIAS

Porto é o lugar onde os navios podem desempenhar suas atividades de cargas e descargas de mercadorias e passageiros, neste sentido, um porto servirá de interligação entre transportes terrestres e aquaviários pelo uso correspondente de suas instalações, sendo elas: canal de acesso; cais; armazéns e equipamentos (SILVA, 2004). Adiante, pode ser visto na Figura 2, um dos principais portos brasileiros, o de Santos, no estado de São Paulo.

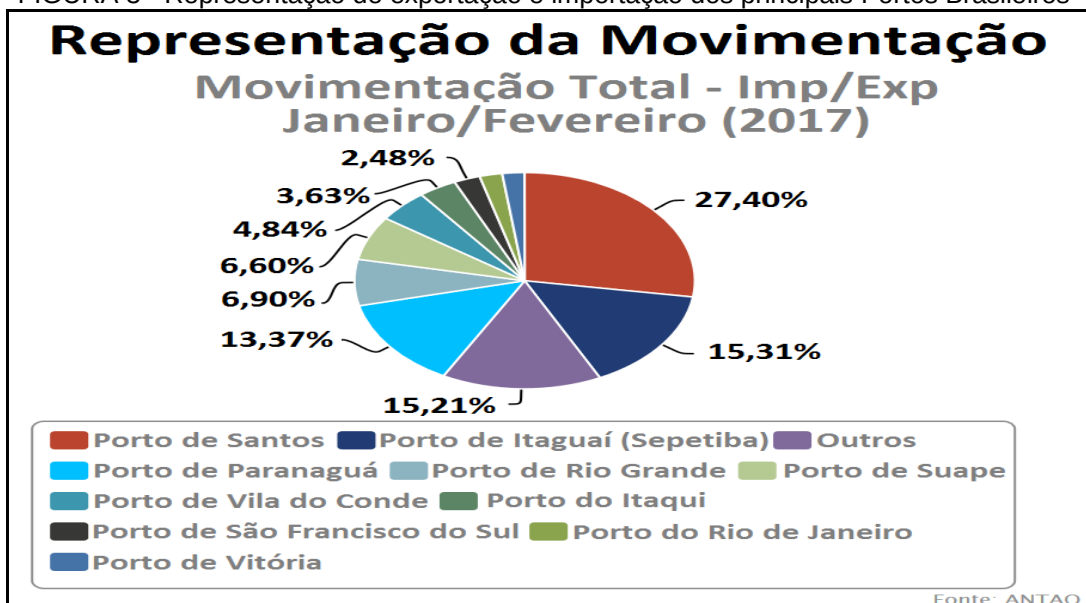
FIGURA 2 - Porto de Santos - SP



Fonte: O GLOBO (2012).

Segundo o anexo da Resolução 2969 da ANTAQ (2017) o Brasil possui 235 instalações portuárias levando em consideração infraestruturas públicas e privadas, sendo elas marítimas ou fluviais, já que nenhuma instalação portuária brasileira é classificada como Porto Lacustre. Pode-se observar na Figura 3 a movimentação de importações e exportações entre os meses de janeiro e fevereiro nos dez principais Portos Brasileiros.

FIGURA 3 - Representação de exportação e importação dos principais Portos Brasileiros



Fonte: ANTAQ (2017).

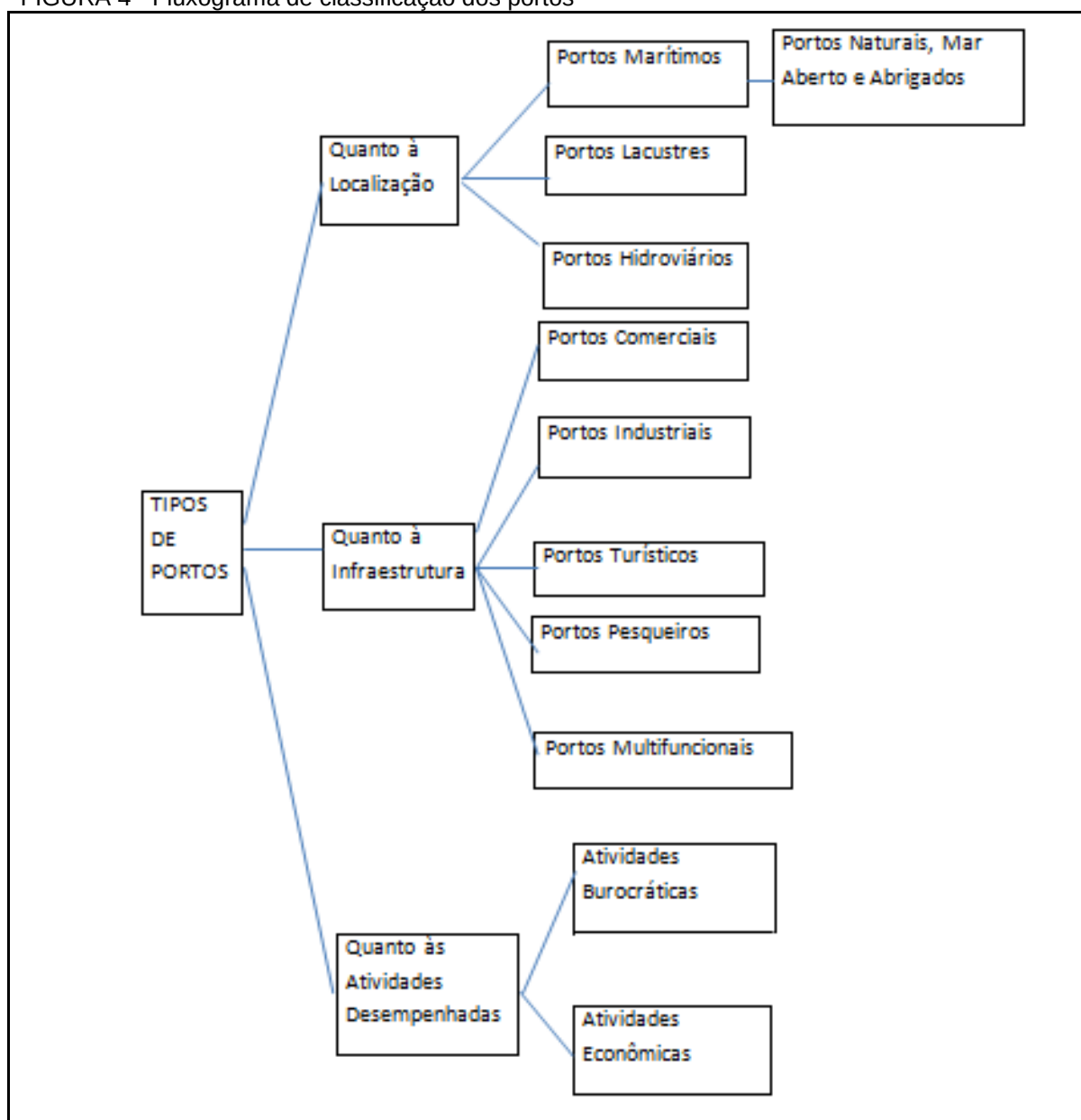
Brasil (2015) relata que existem 37 Portos Públicos organizados no país. Dessa forma, nessa categoria, encontram-se os portos administrados pela União, no caso das Companhias Docas, ou delegada a municípios, estados ou consórcios públicos. Ele afirma que os portos tem sua área delimitada por ato do Poder Executivo segundo art. 2º da Lei nº 12.815 de 5 de junho de 2013.

De acordo com Brasil (2015) é de suma importância ressaltar que a Secretaria de Portos (SEP) utiliza como classificação de porto marítimo ou fluvial o tipo de navegação a longo curso ou interior, e não por localização geográfica. Para aplicação do disposto no Art. 65 da Lei, a SEP e o Ministério dos Transportes - MT, emitiram em conjunto uma portaria interministerial, aprovando a relação de 122 Portos Fluviais que passam a ser classificados como Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte, e consequentemente passam para as competências do Ministério dos Transportes e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT.

Grande parte dos portos brasileiros faz parte da tipologia de portos costeiros ou litorâneos, além disso, há uma necessidade de salientar que a maioria dos portos nacionais faz parte do poder público que jurisdiciona parte do processo de modernização, por intermédio do Ministério dos Transportes, criando, já em 1964, a Comissão Especial para a Coordenação dos Serviços Portuários de Santos - COSEPS. Buscava-se, sobretudo, a fluidez da circulação e a redução dos custos de operação (AZEREDO, 2013).

Segundo o mesmo autor acima, os tipos de portos são classificados por três linhas de análise, entre essas linhas estão: quanto à localização, quanto à infraestrutura e quanto à função. A Figura 4 mostra um fluxograma de acordo com a classificação dos portos.

FIGURA 4 - Fluxograma de classificação dos portos



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2017).

2.3 SISTEMA HIDROVIÁRIO DO TOCANTINS

Desde os primórdios da colonização da região do Tocantins até o início do século XIX, o governo colonial proibiu as navegações dos rios tentando evitar o contrabando do ouro e de pedras preciosas. Devido o desenvolvimento da pecuária e da queda na produção das minas da região, o então governo colonial passou a dinamizar a navegação fluvial possibilitando agilidade na locomoção do couro, carne charqueada, algodão, açúcar, fumo e outros produtos locais. Em setembro de 1811, Dom João o então príncipe regente do Brasil, determina a abertura de novos acessos para interior em incentivar a exploração comercial da navegação fluvial.

Devido o grande fortalecimento do comércio local, surgiram novos povoados as margens dos rios considerados mais importantes (BATISTA, 2015).

O mesmo autor acima diz ainda que em meados do século XX a navegação dos rios da bacia do Tocantins se desenvolveu, tornando-se o principal meio de fluxo do abastecimento do mercado regional com produtos naturais do porto de Belém do Pará, além da produção da região. Uma nova frente colonizadora chegou à região, agregando com a abertura da rodovia Belém-Brasília, consequentemente novas cidades construídas as margens da nova rodovia. Devido à rapidez dos caminhões e automóveis movidos a combustível barato o transporte fluvial perde competitividade para esses transportes.

O Tocantins possui características geográficas específicas que o caracterizam como eixo básico de uma rota de trânsito que interliga centros comerciais a canais internos e externos de distribuição comercial. Isso reflete a importância regional da escolha adequada da infraestrutura a ser implantada e mantida em terras tocaninenses, tanto para uso próprio quanto para o atendimento dos demais estados da Federação. O Estado ocupa posição estratégica para os circunvizinhos alcançarem mercados consumidores internos e externos. Como região de trânsito, o Tocantins representa um elo de ligação entre áreas produtoras e consumidoras. Na medida em que disponha de infraestrutura de transporte adequada, a redução de custos na aquisição de insumos e no escoamento da produção será favorecida, aumentando a competitividade local e regional frente aos mercados doméstico e estrangeiro (SANTANA, 2008, p.36).

Com o crescimento acelerado da região em pouco mais de vinte anos, associados à demanda por meio de transporte de baixo custo e eficiente, os nossos rios passaram a ser indispensáveis para formação das vias multimodais integrando ferrovias, hidrovias, rodovias ligando portos e aeroportos estratégicas, dando assim competitividade à produção local (BATISTA, 2015).

A partir de dados do DNIT (2016) o sistema do estado consta com vias navegáveis, terminais hidroviários e estruturas de transposição de nível, como as duas eclusas de Tucuruí, com 210 metros de comprimento, 33 metros de largura e 3,5 metros de profundidade mínima.

2.3.1 Hidrovia do Rio Tocantins-Araguaia

De acordo com DNIT (2016) a região hidrográfica do Tocantins-Araguaia tem aproximadamente área de 967 mil quilômetros quadrados espalhada pelos estados de Tocantins, Pará, Maranhão, Mato Grosso, Goiás e no Distrito Federal. O

Rio Tocantins nasce do Planalto de Goiás, constituído pelos rios Almas e Maranhão, e tem 1.960 quilômetros de extensão, até a foz, na Baía de Marajó. O principal afluente é o Rio Araguaia. O estado tem grande potencial hidroenergético, tendo também expansão da fronteira agrícola, principalmente quando se refere ao cultivo de grãos.

Pertencente ao corredor Centro-Norte, a hidrovia do Tocantins-Araguaia se divide em quatro tramos. O primeiro, de Peixe a Marabá, com 1.021 km de extensão, o segundo, de Marabá à foz do Tocantins, com 494 km, o terceiro de Baliza a Conceição do Araguaia apresenta-se com um grande potencial para o escoamento da produção de grãos do Mato Grosso, Goiás, Pará e Tocantins e o quarto trecho caracterizado como limitado devido as grandes corredeiras do Araguaia, vai de Conceição do Araguaia à foz do Araguaia, no próprio rio Tocantins (TIZATO; BIGARAN, 2013).

A bacia hidrográfica é considerada a segunda maior do Brasil, e engloba trinta sub-bacias, sendo que 14 são pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Tocantins e 16 à bacia hidrográfica do Rio Araguaia. Existem trechos no Rio Araguaia de leitos arenosos combinados a outros rochosos, como por exemplo, os pedrais e os travessões, que podem prejudicar a navegação. A Ilha do Bananal é a maior ilha fluvial do mundo com cerca de 20 mil quilômetros de extensão. O Rio das Mortes desemboca na margem esquerda do Araguaia e é navegável em 567 quilômetros, entre São Félix do Araguaia e Nova Xavantina, em Mato Grosso (DNIT, 2016).

Miguens (1996) classifica os rios de acordo com sua morfologia sendo rios de alto, médio e baixo curso. No Tocantins, a montante da hidrelétrica de Tucuruí é enquadrada como um rio de médio curso, ou de planalto, pois apresenta alguns obstáculos, como corredeiras e trechos com pedras ou pouca profundidade, não muito frequentes, mas que causam desníveis e dificuldades pontuais à navegação. De uma forma geral, possui pouca declividade e condições que permite boas condições naturais de navegação.

Pode-se observar na Figura 5, a dimensão do percurso da bacia Tocantins-Araguaia.

portos e os centros urbanos. Deste modo, a navegação resultaria numa estratégia modal de transporte que substituiria, de maneira prática aos colonizadores, a abertura de estradas para escoamento de produtos a serem exportados.

O transporte aquático, aquaviário ou hidroviário resume-se no transporte de mercadorias e de passageiros por barcos, navios ou balsas, via um corpo de água, como oceanos, mares, lagos, rios ou canais. O transporte aquático engloba tanto o transporte marítimo, empregando como via de comunicação os mares abertos, como transporte fluvial, usando os lagos e rios (PORTOGENTE, 2016).

Conforme Tizato e Bigaran (2013) em meados da década de 1960 originou-se um novo tipo de mercado de transporte aquático, o do contentor (português europeu) ou contêiner (português brasileiro), que revolucionaram com as formas de embalagem padronizado 20 ou 40 pés, não só o transporte propriamente dito, mas também toda a cadeia logística, desde o produtor ao consumidor. Os transportes rodoviário, ferroviário e, mesmo, aéreo, adaptaram-se de modo a fazer dos contentores uma unidade de transporte intermodal. A mercadoria, uma vez colocada no contentor, não sofre mais nenhum manuseamento direto até ao seu destinatário final. O que é manuseado é apenas o contentor e não o conteúdo.

O transporte hidroviário no Brasil é regulado pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), entidade integrante da Administração Federal indireta e submetida ao regime autárquico especial. Tem por objetivos implementar, em sua esfera de atuação, as políticas formuladas pelo Ministério dos Transportes e pelo Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte - CONIT e regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e de exploração da infra-estrutura portuária e aquaviária, exercida por terceiros, com vistas a garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas; harmonizar os interesses dos usuários com os das empresas concessionárias, permissionárias, autorizadas e arrendatárias, e de entidades delegadas, preservando o interesse público; e arbitrar conflitos de interesse e impedir situações que configurem competição imperfeita ou infração contra a ordem econômica (TIZATO; BIGARAN, 2013, p.08).

Os rios podem apresentar dificuldades e também diferenças nas condições de navegabilidade ao longo do ano, por outro lado o oceano apresenta condições operacionais praticamente permanentes. Nos rios, geralmente aparecem restrições de profundidades, trechos estreitos, curvas fechadas, que exigem cuidados especiais com os sistemas de propulsão e de manobras da embarcação (PADOVEZI, 2003).

Já Tizato e Bigaran (2013) afirma que a hidrovia é uma rota pré-determinada para o tráfego aquático, no entanto para que seja navegável alguns condicionantes de projeto influenciam como, por exemplo: a largura da hidrovia, a composição do fundo, profundidade para poder passar grandes navios, sinalização, a dinâmica dos ventos, eclusas, obras de arte como pontes e outros obstáculos, cachoeiras e corredeiras, naufrágios e raios de curvaturas da rota de navegação.

Padovezi (2003) considera que as embarcações apresentam características interdependentes essenciais para a navegação e operação dentro de uma via navegável, sendo subsistemas ligados à sua concepção básica de trafegabilidade.

Para Silva (2004), a grande capacidade de carga útil existente nas embarcações fluviais é de elevada importância. Dentre essas dimensões são enquadrados as mais importantes, e esses parâmetros podem ser observados na Figura 6.

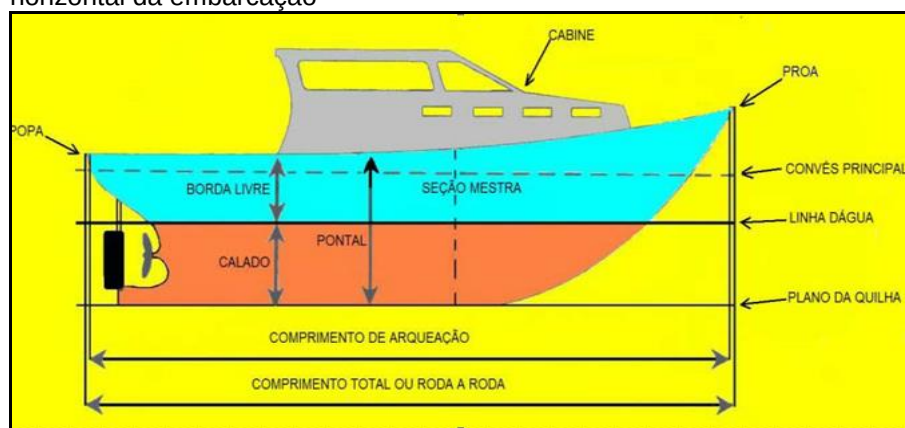
L= comprimento;

B= boca (largura);

C= calado (na água);

P= pontal (altura total).

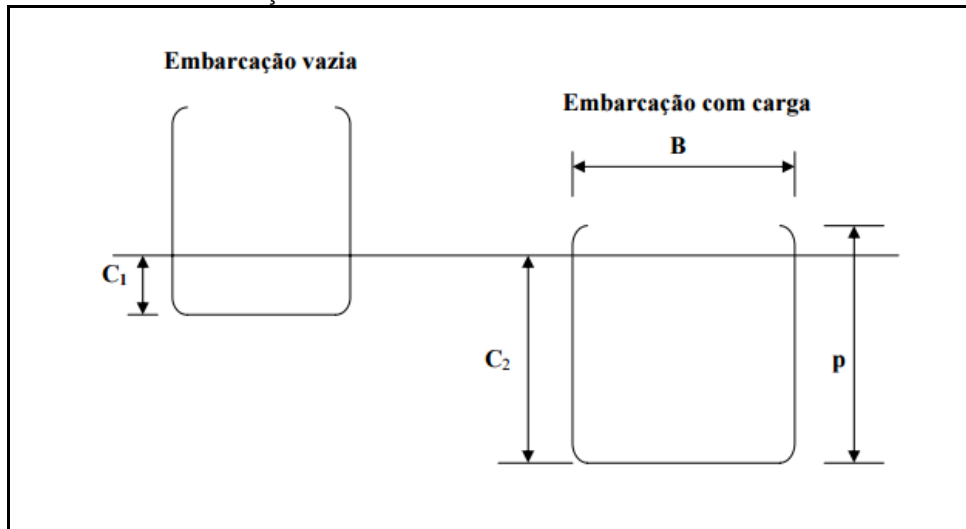
FIGURA 6 - Pontal distância vertical medida do convés até um plano horizontal da embarcação



Fonte: PESCA DE OCEANO (2016).

Seguindo o raciocínio de Silva (2004), a Figura 7 demonstra a embarcação fluvial com carga e sem carga, além de suas dimensões.

FIGURA 7 - Embarcação fluvial e suas dimensões



Fonte: DEL GRANDE (1989).

Antes de inventarem as embarcações como barcos, barcas, navios, balsas, entre outros, o transporte fluvial era uma das modalidades dos transportes aquaviários trafegado por meio das Hidrovias, considerado um dos mais antigos da humanidade (PLATAFORMA TODA MATÉRIA, 2015, p. 01).

Para Santiago, Rangel e Silveira (2013) faz parte da condicionante de projeto as características da embarcação:

a) Tipo de Carga:

- Granéis Líquidos - álcool, derivados de petróleo, melão de cana-de-açúcar, etc;
- Granéis Sólidos - areia, soja, calcário, milho, minérios, etc;
- Cargas Gerais - em volumes, no convés, passageiros, entre outros.

b) Capacidade;

c) Local de Operação (rio, lago, canal);

d) Características Operacionais (manobrabilidade, velocidade, entre outros).

Os tipos de embarcações fluviais trafegáveis em hidrovias Brasileiras são respectivamente:

- Transporte de Passageiros: autopropelido (convencional, *hovercraft*, *aerofoil*), lancha, como pode ser observada na Figura 8.

FIGURA 8 - Lancha de transporte de passageiros



Fonte: O GLOBO (2012).

Podem ser vistos na Figura 9, dois modelos de lanchas, sendo uma para lazer e a outra para fiscalização por parte dos órgãos responsáveis

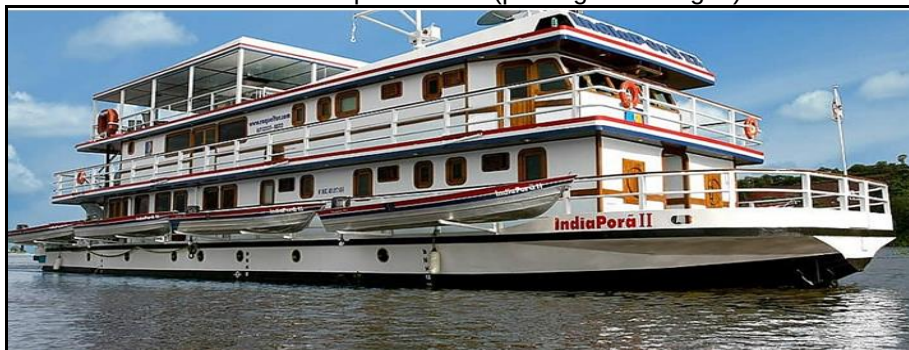
FIGURA 9 - Lancha para lazer e fiscalização por parte dos órgãos responsáveis



Fonte: O GLOBO (2012).

- Transporte Misto (passageiros/carga): Autopropelido (maior velocidade), Barcaças (comboios empurradores e balsas), Chalana, Canoa, Barco, vista logo mais na Figura 10.

FIGURA 10 - Barco de transporte misto (passageiros/cargas)



Fonte: RAQUEL TUR (2017).

- Transporte de Carga: Barco Mineiro (embarcações grandes e rasas com borda muito baixa, movida somente através de remos), Comboios de Empurra (não integrado, semi-integrado, integrado, articulado, entre outros) como mostra a Figura 11.

FIGURA 11 - Transporte de cargas (comboios de empurra)



Fonte: TBL TRANSPORTES BERTOLINI LTDA (2017).

- Transporte de Serviços: dragas e batelões, balizadores, cábreas (como na Figura 12), destocadores, fiscalizadores, entre outros.

FIGURA 12 - Transporte de serviços (cábrea sendo utilizada em resgate de barco naufragado)



Fonte: O GLOBO (2012).

2.5 BATIMETRIA

De acordo com dados do Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo - IPEM a Etimologia da palavra Batimetria origina-se da língua grega, em que o “bat” de batimetria bathys, significa profundo (IPEM, 2013).

Segundo Mundo Geo (2005) hodiernamente a batimetria é considerada uma das principais tarefas de um levantamento hidrográfico. O qual qualifica-se como um agrupamento de informações obtidas para alcance de dados batimétrico, geológicos, maregráficos, fluviométricos, topo-geodésicos, de ondas, de correntes, dentre outros, em áreas marítimas, fluviais, lacustres tanto em canais naturais ou artificiais, navegáveis ou não.

As especificações visando à realização destes levantamentos hidrográficos, no Brasil, são apresentadas pela DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação Marinha do Brasil 2ª edição de 1998 traduzidas de uma publicação especial número 44, 4ª. Edição da IHO (International Hydrographic Organization – IHO S44, 1997) (MUNDO GEO, 2005).

De acordo com IPEM (2013) não somente os geógrafos, mas também os geólogos, oceanógrafos, e outros profissionais dentre eles os marinheiros, pescadores e até caçadores de tesouros dos navios naufragados veem a batimetria como um recurso de alto valor utilitário na realização de seus trabalhos.

Conforme Pereira (2008) a ciência utilizada para determinação e representação gráfica do relevo de fundo de áreas submersas como mares, lagos, rios são expressa cartograficamente através de curvas batimétricas que interligam pontos da mesma profundidade, assim há uma grande semelhança das topográficas.

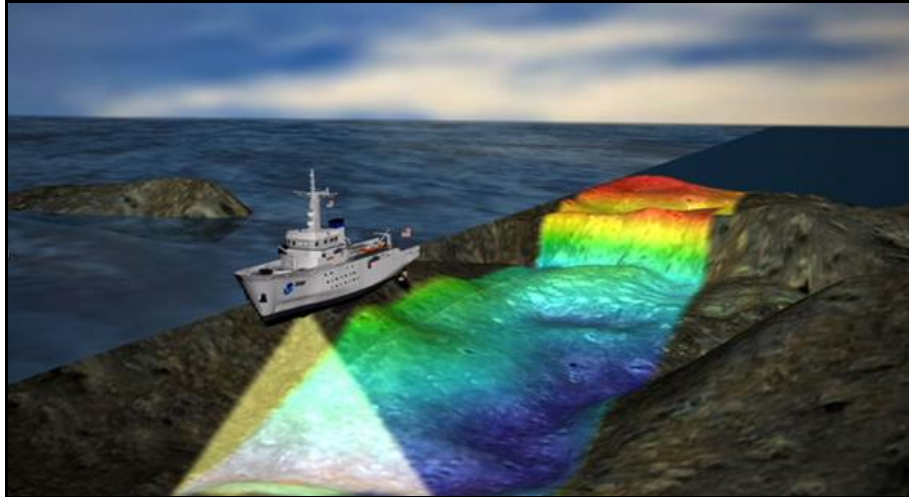
A execução das medições de profundidades interligadas a uma posição da embarcação na superfície da água, necessárias em áreas marítimas, fluviais, em lagoas e em canais naturais ou artificiais, navegáveis ou não, expondo-se à representação destas áreas em uma carta. O autor ainda afirma que as profundidades são de extrema importância para a visualização da topografia submersa, devido à representação das linhas isobáticas (MUNDO GEO, 2005).

O mesmo autor ressalta que as medições de profundidade podem ser realizadas de duas formas, direta ou indireta. Na forma direta, alguns equipamentos que podem ser utilizados são o prumo de mão, a máquina de sondar e as estádias. Já para a forma indireta emprega-se, sensores eletromagnético espacial,

aerotransportado ou sensores acústicos como ecobatímetro, monofeixe (*singlebeam*) ou multifeixe (*multibeam*), que atualmente são os mais empregados.

A batimetria sendo uma maneira de se observar a profundidade de um curso de água seja qual for o mesmo, pode ser analisado através da Figura 13.

FIGURA 13 - Batimetria



Fonte: MUNDO GEO (2005).

2.5.1 Breve Histórico

De acordo com Bolufer (2007) o marco inicial das expedições científicas do H.M.S. Challenger, entre os anos de 1872 a 1876, nessa época houve a primeira cartografia das características do fundo do mar, qual ocorreu durante uma travessia de 98.000 milhas pelos oceanos, exceto o Ártico, realizando sondagens e dragagens. As medições foram feitas por 144 milhas de cordas. O mesmo autor acima relata uma tragédia que é lembrada ainda nos dias atuais, o naufrago do Titanic 1912, que fez com que houvesse um impulso para o desenvolvimento da batimetria. No Canadá, em 1914, R. Fessenden sistematizou um equipamento que podia detectar um iceberg a duas milhas de distância, todavia o equipamento não era capaz de designar sua direção.

Bolufer (2007) afirma que nos anos de 1914 e 1939 ocorreram as duas Guerras Mundiais, e para desenvolver uma guerra submarina nesse período foram aprofundados estudos científicos do som, a camada marinha da termoclina, a segunda camada oceânica situada entre 200m a 1000m abaixo da superfície, e a

cartografia oceânica. A partir de então surge o SONAR (*Sound Navigation And Ranking*).

Segundo IPEM (2013) a batimetria era muito limitada no passado. Utilizava-se métodos pouco eficientes que dificultava o processo de medição, como varas para medir profundidade, ou até mesmo longas cordas nas quais se faziam nós a intervalos conhecidos como braças. Atualmente nos beneficiamos com a tecnologia do SONAR desenvolvida no começo do século passado para descobrir submarinos, como relatado anteriormente.

O SONAR possui um aparelho emissor de ultrassons que transmitem ondas de alta frequência, esse dispositivo é acoplado a um receptor de som e é colocado numa embarcação. O som emitido pelo aparelho percorre a água, refletindo no leito submerso, e retorna sendo captado pelo receptor, onde o mesmo registra a variação de tempo entre a emissão e a recepção do som e calcula a distância entre a embarcação e objeto.

2.5.2 Ecobatimetria

“Ecobatimetria é a medição das profundidades submersas com um aparelho denominado ecobatímetro” (PEREIRA, 2008 p. 13).

Para definir a medição de profundidade que utilizam ondas de radar Pereira (2008) ressalta que os instrumentos utilizados são os ecobatímetros. O equipamento consiste em uma fonte emissora de sinais acústicos e um relógio interno que mede o intervalo entre o momento da emissão do sinal e o instante em que o eco retorna ao sensor, como ilustrado na Figura 14. O som é captado pelo transdutor que consiste basicamente de um material piezoelétrico que converte as ondas de retorno do ecobatímetro em sinais elétricos. Os ecobatímetros fornecem informações pontuais de profundidades no local imediatamente abaixo do transdutor, ou seja, indica a distância vertical entre o casco do barco, onde está instalado o sensor, e o piso aquático.

FIGURA 14 - Ecobatímetro



Fonte: NAVIOS; PORTOS (2017).

De acordo com IPEM (2013), existem diferentes métodos de medição através dos ecobatímetros, os quais serão relatados a seguir:

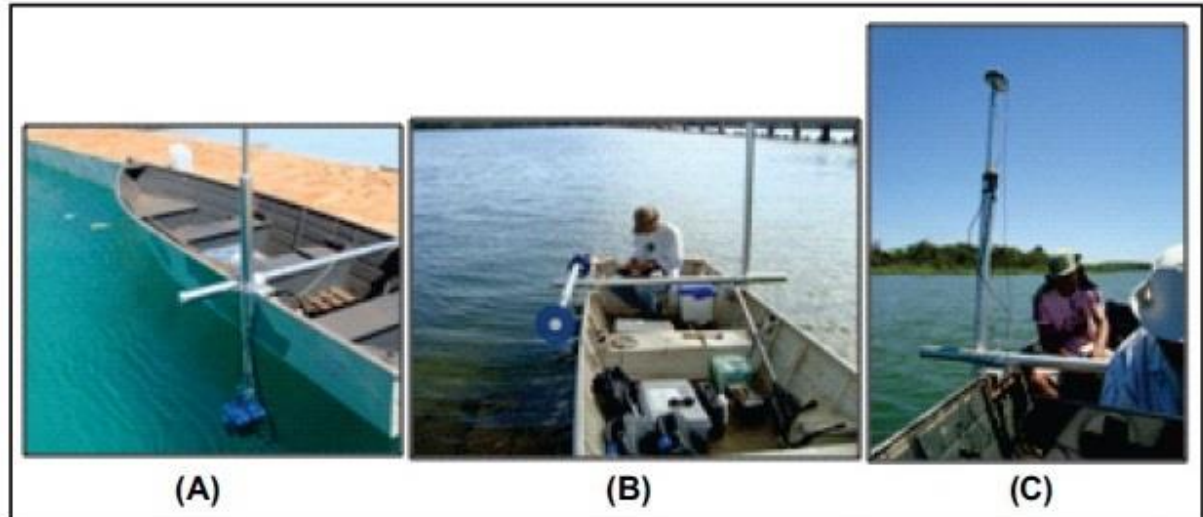
- Topobatimetria: é utilizado apenas em leitos rasos. Para a medição usa-se um bastão apoiado no leito, com uma estação topográfica na margem que coleta os dados;
- Ecobatimetria simples ou monofeixe: é obtido através de um software que captura e analisa os dados. Ele pode ser utilizado por uma a duas frequências sonoras ao longo de um perfil e o registro de posição é por GPS (*Global Positioning System*);
- Ecobatimetria múltiplo ou multifeixe: este tipo de equipamento funciona como o monofeixe, no entanto utiliza toda uma faixa de frequências, além de atuar por varredura, cobrindo uma determinada área. Devido seu alto desempenho em ser mais rápido que o monofeixe, é indicado para cobertura de grandes áreas;
- Batímetro a laser: utilizados muitas vezes em aviões os modelos aerotransportados medem a topografia da superfície, além dos leitos submersos. Tem o mesmo princípio do SONAR, apesar de usar a luz direcionada de um laser ao invés do som.

2.5.3 Levantamentos Ecobatimétricos

Conforme Pereira (2008) os levantamentos ecobatimétricos baseiam-se na determinação da variação da profundidade do leito do rio em determinadas seções. Um material inevitável para essa determinação é composto de rastreadores de satélite NAVSTAR (*Navigation Satellite with Time And Ranging*), intitulada GPS (*Global Positioning System*), dupla frequência L1 e L2, rádios para correções de coordenadas em tempo real, ecobatímetro digital e analógico de registro contínuo,

com transdutor instalado em um dos bordos da embarcação, como pode ser observado na Figura 15, a posição do Ecobatímetro (A), o Ecobatímetro e GPS (B) e instrumento em operação (C).

FIGURA 15 - Instrumentos batimétricos em uma embarcação



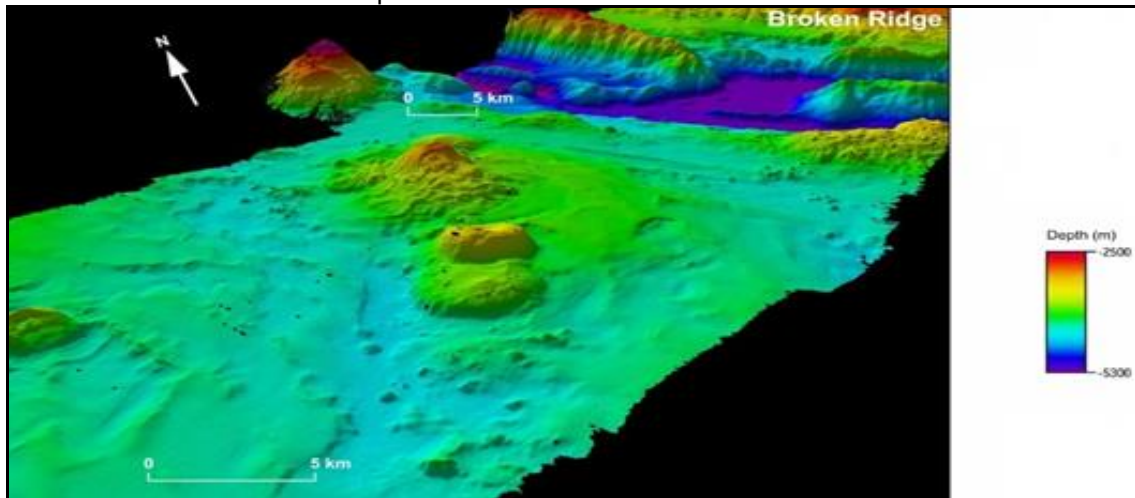
Fonte: SABOL (2003).

Seguindo a teoria de Pereira (2008) a atividade consiste na obtenção das coordenadas de um ponto fornecido pelo GPS em tempo real, e a profundidade desse ponto fornecida pelo ecobatímetro. Esse sistema é gerenciado por programas computacionais específicos que permitem posterior análise dos dados e geração de perfis longitudinais, mapas temáticos, visualizações em três dimensões, além de diversos outros recursos de trabalho, úteis para tomada de decisão como podem ser analisados na Figura 16.

2.5.4 Aplicações

A batimetria tem a ação concretizada alcançada entre diversas aplicações, como podemos citar, a instalação de dutos submersos, o apoio a dragagens de leitos, as plataformas de extração de material de construção, as barragens, os portos, as pontes, as ilhas artificiais, os túneis, os estudos hidrológicos (medição de profundidade, detecção de erosão submersa e mapeamento de leito), os estudos arqueológicos submarinos (detectam carcaças, edificações submersos) as perfurações, dentre outros (SANTANA; LIMA, 2011).

FIGURA 16 - Profundidade a partir de dados batimétricos



Fonte: GEOSCIENCE AUSTRALIA (2014).

2.6 CALADO

A plataforma Portogente (2016) afirma que “calado é a expressão do transporte marítimo, que significa profundidade em que cada navio está submerso na água. Tecnicamente é a distância da lâmina de água até a quilha do navio”.

Segundo Rojas (2014) calado pode ser natural, quando a profundidade é naturalmente dependente dos comportamentos das marés, e artificial, quando o fundo do mar é desassoreado. Porém o problema do calado artificial são os estudos de impacto ambiental que deverão ser executados previamente e o constante trabalho de desassoreamento para manter a profundidade desejada.

O calado é medido verticalmente a partir de um ponto na superfície externa da quilha e a superfície da água. Em uma análoga embarcação o calado terá diferentes variações de acordo com a carga do navio, sendo que quanto maior a carga, maior será o calado, em razão do afundamento da embarcação ou a densidade da água em função da salinidade e temperatura (ROJAS, 2014)

De acordo com Terminologia Náutica (2013) para medição do calado existe uma série de formas em função do ponto da embarcação, dentre as mais empregadas são:

- Calado a meia-nau: distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa do navio medida na seção a meia-nau, isto significa, a meio comprimento entre as perpendiculares dos pontos distantes da proa e popa. Em geral não satisfazendo ao calado médio, o qual é a média aritmética dos calados medidos

sobre as perpendiculares avante e a ré do navio;

- Calado máximo: distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa da quilha do navio medida quando este estiver na condição de deslocamento em plena carga ou deslocamento extremo;
- Calado médio: média aritmética dos calados determinados sobre as perpendiculares avante e a ré;
- Calado mínimo: distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa da quilha do navio medida quando este estiver na condição de deslocamento mínimo;
- Calado moldado: distância vertical entre a superfície da água e a linha da base padronizada do casco. É utilizado no cálculo dos deslocamentos e para a estipulação das curvas hidrostáticas da embarcação;
- Calado normal: distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa da quilha de uma embarcação, quando esta está com o seu deslocamento normal.

Em alguns casos, como demonstrado na Figura 17, é sacramental inscrever no costado das embarcações um alinhado de marcas e de informações sobre calado por forma a que as autoridades portuárias possam controlar a segurança da operação dos navios e o estado de carga. Essa marca de carga pode ser designada por linha Plimsoll que decreta a linha de água segura para cada carga e densidade presumida da água (TERMINOLOGIA NÁUTICA, 2013).

FIGURA 17 - Marcas de calado no casco de um navio



Fonte: PRAIA DA CLARIDADE (2006).

2.7 EFEITO DOPPLER

Consiste na alteração na frequência aparente de uma onda quando esta é aplicada ou refletida por um objeto que se encontra em agitação em relação ao observador. Na hipótese de o objeto estar se aproximando do observador, as ondas o alcançarão mais facilmente, aumentando assim a frequência recebida. Contraposto que se o objeto estiver se afastando do observador a frequência recebida diminui. Este efeito é um efeito sonoro, onde o nome Doppler foi dado de homenagem ao físico austríaco Johann Christian Andreas Doppler, o primeiro a analisá-lo em 1842, e só comprovado pelo cientista alemão Christoph B. Ballot, em 1845 em um experimento com ondas sonoras (BRANDOLIM, 2007).

O *Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)* é um equipamento constituído por uma sonda com quatro transdutores e um “*deck box*”, sendo que os sinais são filtrados e conduzidos para um microcomputador adaptado com um software específico que recebe os dados e os disponibiliza em formas de tabelas, gráficos entre outros. Este equipamento consegue transmitir ondas sonoras através da água em frequência preestabelecida (70, 300, 600 ou 1200 KHz) posteriormente as partículas carregadas através da corrente de água, em desiguais profundidades, refletem o som de volta que é automaticamente registrados pelos sensores (BACK, 2006).

“Os equipamentos que emitem frequências menores (por exemplo: 1200 kHz) são utilizados para medições em rios menos profundos” (ANA, 2009 p.64).

Segundo o manual de medição de descarga líquida em grandes rios, da Agencia Nacional de Águas ANA (2009), o processamento do sinal refletido pode ser realizado de três maneiras:

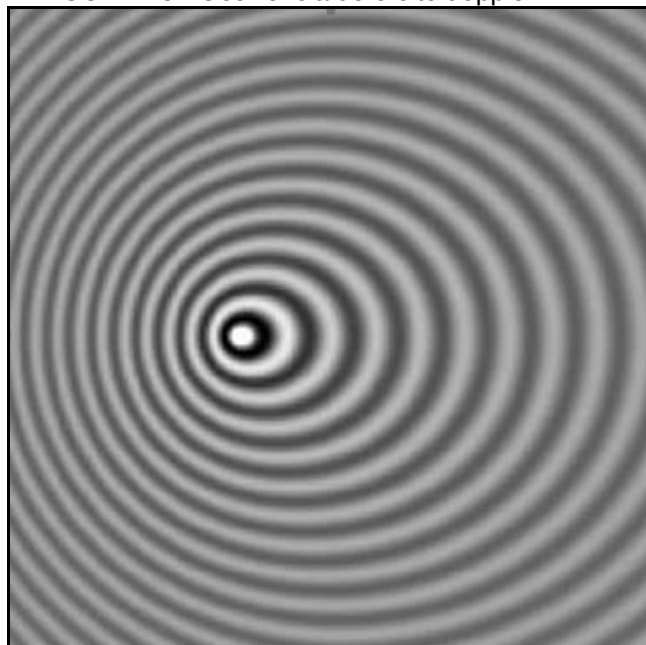
- a) Pulso Incoerente ou *Narrowband* — o sistema transmite um pulso sonoro relativamente longo, que “ouve” o reflexo deste som nas partículas carregadas na água e mede a diferença de frequência entre o sinal emitido e o recebido. Essa mudança de frequência, efeito Doppler, é usada para calcular a velocidade da água.
- b) Processamento coerente pulso a pulso — é o mais preciso de todos e também o que possui maiores limitações, trabalhando na emissão de um pulso relativamente curto na água, gravando o retorno do sinal, para então transmitir o segundo pulso, quando não há mais vestígios do primeiro pulso no perfil. O sistema mede a diferença de fase entre os dois reflexos dos pulsos e usa isso para calcular o efeito doppler.
- c) Dispersão do espectro ou processamento *broadband* — os sistemas *broadband* medem a diferença de fase dos retornos de sucessivos pulsos, com a diferença que aqui estarão mais de um pulso na água ao mesmo tempo, isso traz consigo um ruído maior no sinal e, por conseguinte, um

desvio-padrão maior nas medidas de velocidade da água, em outras palavras menor precisão.

Pelo fato do equipamento ADCP fazer correções automáticas da direção de escoamento e calcular a vazão, não se tem dificuldade de medir vazões e profundidades em locais onde se tenha ocorrência de redemoinhos e remanso. E com a rapidez avançada na operação juntamente com essas correções nos permitirá medir vazões e profundidades em zonas influenciadas pela maré e, também irá apresentar o impacto da maré nas vazões dos rios (FILIZOLA et al., 1999).

Diante disto a descoberta do Efeito Doppler, como explica Brandolim (2007), teve uma grande relevância, pois desencadeou um avanço no desenvolvimento de novas técnicas de medição com ultrassom. Podemos observar na Figura 18, um exemplo da ocorrência do Efeito Doppler, na qual a fonte de ondas se transita para a esquerda. Sendo possível notar que a frequência é menor no lado direito da imagem do qual a fonte está se afastando, e maior no lado esquerdo do qual a fonte está se aproximando.

FIGURA 18 - Ocorrência do efeito doppler



Fonte: BRANDOLIM (2007).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar estudos na área de levantamentos batimétricos do Rio Manges para o tráfego de embarcações.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Averiguar a profundidade do rio em estudo;
- Identificar quais as embarcações próprias para a navegação;
- Apurar o calado apropriado para o canal;
- Verificar quais as obras de melhoramento necessárias para o Rio Manges.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise da profundidade do Rio Manges quanto a sua navegabilidade, utilizaremos como referência a Agência Nacional de Águas ANA, (2014), que conceitua os procedimentos necessários para obtenção do levantamento batimétrico através do ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). A metodologia que será utilizada é dividida em campo e laboratorial, além de uma caracterização do local de estudo.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Localizado na margem esquerda do Rio Tocantins, no distrito de Luzimanges, no sentido Porto Nacional a Palmas no estado do Tocantins, com Latitude: -10.3611 e Longitude: -48.4372, sua largura no menor valor chega a 143,00 metros e altitude é de 226m na cota mais alta e 212m na cota mais baixa partindo da fazenda Toca da Onça, o Rio Manges desagua no Rio Tocantins e faz parte da Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia. A Figura 19 mostra uma carta imagem do Rio Manges capturada por satélite (MAPAS AMERICA, 2016).

FIGURA 19 - Rio Manges capturada por satélite, partindo da fazenda Toca da Onça



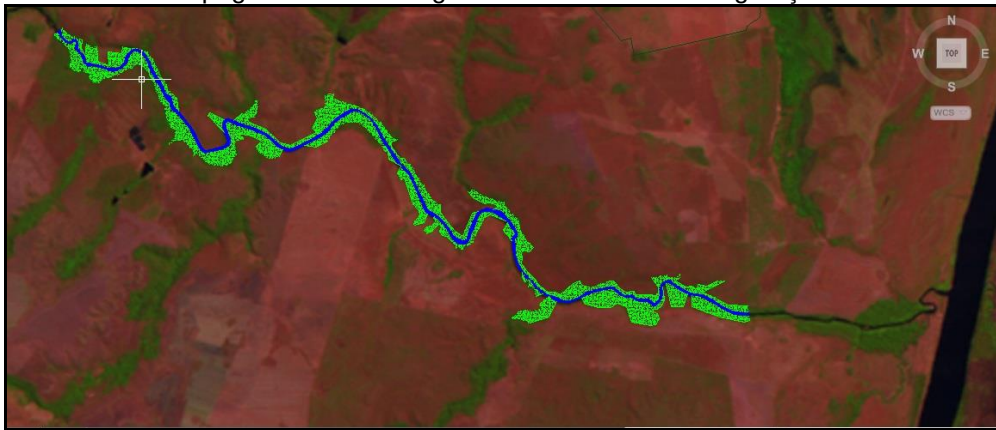
Fonte: GOOGLE EARTH (2017).

Liporoni Neto e Galvão (2016) enfatizam a importância do estudo topográfico para a construção de uma hidrovia, posto que algumas obras de melhoramento do leito do rio dependem diretamente dessas informações. Segundo

eles, precisar a largura e a curvatura do rio é fundamental para que seja feita a escolha adequada das embarcações a serem utilizadas naquele canal, ou mesmo, caso necessário, executar obra de abertura, ou de dragagem do leito.

Os mesmos autores acima acrescentam que deve ser executada uma obra de limpeza do leito no Rio Mangues, a qual compreende a retirada de troncos e árvores caídas submersas. De acordo com eles foram identificadas áreas de vegetações submersas que totalizam 2.867.006,67m², o que interfere de modo significativo a viabilização da hidrovía que se pretende implementar no Rio Mangues como podem ser observado na Figura 20.

FIGURA 20 - Topografia do rio Mangues no ano de 2001 - vegetação



Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

4.2 MATERIAIS UTILIZADOS

Para o levantamento batimétrico utilizaremos os seguintes materiais:

- ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*);
- Computador portátil para processamento de dados recebidos pelo ADCP Doppler;
- Barco com motor de popa e remo para realização da medição;
- Prancha onde será acoplado o *ADCP Doppler*; Corda graduada que será posicionada no ponto inicial e ponto final para contagem das verticais na seção de medição.

4.3 METODOLOGIA DE CAMPO E LABORATÓRIO

O trabalho em campo será realizado de acordo com o Manual técnico para Medições de Descarga Líquida em Grandes Rios e Ana (2014) da seguinte forma: primeiramente devem-se executar os testes de diagnósticos gravando os resultados, logo em seguida realizar os procedimentos de calibração da bússola, verificando o erro total, que deve ser preferivelmente menor que 1 grau. A calibração da bússola é obrigatória quando faz utilização de GPS, ou seja, método do loop para correção do fundo móvel. Para utilização de sistemas GPS, da calibração da bússola, deve-se se atentar a efetuação do cálculo da declinação magnética local, a qual deverá ser registrada no software do ADCP e no formulário de campo.

O levantamento batimétrico na bacia hidrográfica do Rio Mangues será realizado através de método acústico, utilizando o Perfilador Acústico Doppler, modelo ADCP SonTek RiverSurveyor M9. Conforme Geotech (2017), este equipamento emite ondas acústicas de frequência entre 300 e 3.000 Hz, e através da frequência de resposta do material do leito determina a distância entre a fonte e o receptor. O aparelho será acoplado a uma embarcação motorizada, que percorrerá toda a área, coletando pares de coordenadas e a respectiva profundidade do ponto.

Os dados obtidos em campo serão processados em software próprio do aparelho, denominado River Surveyor Live - RSL, gerando planilha com as informações coletadas em campo. A planilha obtida será inserida no software Surfer 11 e utilizando-se o método Kriging de gradeamento, realizará a interpolação dos pontos, gerando curvas de nível da área em análise. As sondagens serão realizadas no período da estiagem.

5 ORÇAMENTO

QUADRO 1 - Orçamento do projeto

GASTOS COM RECURSOS MATERIAIS			
Itens	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Equipamentos para realização da medição, ADCP DOPPLER	01	390.000,00	390.000,00
Impressões	03	68,90	206,70
Encadernações	03	3,00	9,00
CDs	03	1,00	3,00
Pen Drive	01	20,00	20,00
Resma de Folha A4 500 Folhas	01	15,50	15,50
Recarga de Cartucho para impressão	01	15,00	15,00
Combustível	04	50,00	200,00
TOTAL			390.469,20

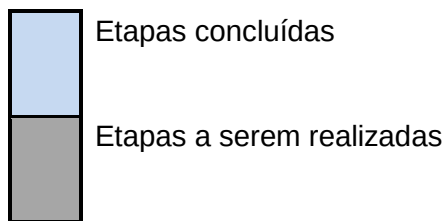
Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2017).

6 CRONOGRAMA

QUADRO 2 - Cronograma do desenvolvimento do projeto de pesquisa

ETAPA	2017											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escolha do tema												
Elaboração do projeto												
Revisão bibliográfica												
Apresentação do projeto												
Coleta de dados												
Análise e discursão dos dados												
Revisão da monografia												
Submissão da monografia												
Apresentação da monografia												

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (2017).



7 RESULTADOS ESPERADOS

Fundamentado nas análises teóricas e práticas, pode-se afirmar que os objetivos estabelecidos podem ser alcançados desde que feito de forma que sejam traçadas métodos eficazes para assim verificar a batimetria da bacia hidrográfica do Rio Manguês. Conclui-se que os levantamentos batimétricos de campo devem ser executados de um modo criterioso, definindo quais pontos críticos a fim de empregar o método adequado para o tráfego de embarcações.

Com o planejamento e execução deste trabalho, espera-se determinar a profundidade recorrente e realizar planos de ações que visam metodologias de trafegabilidade dentro da bacia hidrográfica do Rio Manguês, procedendo à estratégia de criação de um porto multimodal, influenciando diretamente a economia do estado.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico**. Brasília: ANA; SGH, 2009. 88 p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Região Hidrográfica do Tocantins - Araguaia**. 2013. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico 2. ed.** Brasília: ANA; SGH, 2014. 94 p.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO. **Cenário Atual da Navegação Interior no Brasil**, 2014.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO. **Relatório Técnico**, 2017.

AZEREDO T. **Portos Brasileiros**. 2013. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/artigo/portos-brasileiros.html>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

BACK, Álvaro José. **Hidráulica e hidrometria aplicada**: (com programa a hidrometria para cálculo). Florianópolis: EPAGRI, 2006. 299 p.

BATISTA J. **Hidrovia Araguaia - Tocantins: dois séculos de luta**. Jornal Do Tocantins, Palmas, 04 out. 2015 Disponível em: <<http://www.jornaldotocantins.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BIGARAN, J. T.; TIZATO, L. H. G.; **Hidrovia Tietê-Paraná**. 2009. Disponível em: <<http://log.esalq.usp.br/home/uploadfiles/arquivo3813.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

BOLUFER, P. **Batimetria consumergible autónomo**. Barcelona, 2007. Instituto Químico de Sarriá. Disponível em <http://www.mappinginteractivo.com/plantilla3ante.asp?id_articulo=1421>. Acesso em: 16 mar. 2017.

BRANDOLIM, R. **Sistema embarcado de ultrassom com Doppler pulsado desenvolvimento das interfaces**. São Carlos, 2007.

BRASIL - SECRETARIA NACIONAL DE PORTOS. **Sistema Portuário Nacional**. 2015. Disponível em:<<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/sistema-portuario-nacional>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

BRIGHETTI, G. **Obras Fluviais**. Universidade de São Paulo – Escola Politécnica – Departamento de Hidráulica, 2001.

CHAVES, C. M. G. **A construção do Brasil**: projetos de integração da América portuguesa. Varia História, n. 27, p. 77-95, 2002. Disponível em: <<http://www.fafich.ufmg.br/varia/admin/pdfs/27p77.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2016.

DEL GRANDE, D. Apostila **Transporte fluvial e marítimo**. Santos/SP: Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes, v. 1. 41p. 1989.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Hidroviias interiores - hidroviias do Tocantins**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/hidroviias/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

FILIZOLA, N. P.; GUIMARÃES, V. S.; GUYOT, J. L. **Medição de vazão em grandes rios: uso do perfilador doppler acústico de corrente**. O Estado das Águas no Brasil - 1999: Perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. Brasília: SIH/ANEEL; SRH/MMA; MME, 1999. p. 197-212.

GEOSCIENCE AUSTRALIA. **Austrália revela imagens do fundo do mar onde caiu o avião do voo MH370**. 2014. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/>>. Acesso em: 06 mar. 2017.

GEOTECH. **SonTek Acoustic Doppler Water Velocity Measurement** 2017 Disponível em: <<http://www.geotechenv.com/sontek-doppler-measurement.html>>. Acesso em: 06 mar. 2017.

GOOGLE EARTH. **Mapa do Distrito de Luzimangues em Porto Nacional Tocantins**. 2016. Disponível em: <<http://www.gosur.com/map/?q=google%20earth&gclid=CISDksf-5tMCFUMlkQodzl4F1Q>>. Acesso em: 02 mar. 2017.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Texto para discussão/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. - Brasília**: Rio de Janeiro: Ipea, 1990. CDD 330.908.

IPEM - INSTITUTO DE PESOS E MEDIDAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Almanaque do IPEM - SP**. 2013. Disponível em: <<https://ipemsp.wordpress.com/>>. Acesso em: 11 de abril de 2017.

KERDINA PRODUÇÃO EDITORIAL. **Meios de Transportes Aquáticos**. 2012. Disponível em: <<http://meios-de-transporte.info/transporte-aquatico.html>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

MAPAS AMERICA. **Mapa do Rio Mangue, Tocantins, Porto Nacional, Luzimangues**. 2016. Disponível em: <<http://mapasamerica.dices.net/brasil/>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

MIGUENS, A. **Navegação**: a ciência e a arte. Niterói, v. 3. 1996.

MUNDO GEO. **Levantamentos Batimétricos**. 2005. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2005/09/27/levantamentos-batimetricos/>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

NAVIOS E PORTOS. **Ecobatímetro**. 2017. Disponível em: <<http://www.navioseportos.com.br/site/index.php/glossarios/glossarios/ecobatimetro>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

O GLOBO. **Capitania dos Portos endurece fiscalização contra jet skis e lanchas na Operação Verão.** 2012. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

PADOVEZI, C. D. **Conceito de Embarcações Adaptadas á Via Aplicado á Navegação Fluvial no Brasil.** São Paulo, SP: EPUSP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2003. 215 p.

PEREIRA, J. P. G. et al - **Ecobatimetria - Teoria e Prática.** Gráfica Agenda. Campina Grande, 2008.

PESCA DE OCEANO. **Dimensões Lineares.** 2016. Disponível em: <<http://pescadeoceano.com.br/dimensoes-lineares/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

PLATAFORMA TODA MATÉRIA. **Geografia.** 2015. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/geografia/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

PORTOGENTE. **Principais portos do Brasil.** 2016. Disponível em: <<https://portogente.com.br/portopedia/>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

PRAIA DA CLARIDADE. **O Calado do Navio.** 2006. Disponível em: <<http://topazio1950.blogs.sapo.pt/193567.html>>. Acesso em: 09 mar. 2017.

RAQUEL TUR. **Barco Hotel Índia Porã II.** 2017. Disponível em: <<http://raqueltur.com/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

ROJAS, P. **Introdução à logística portuária e noções de comércio exterior.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

SANTANA, W. A. **Proposta de diretrizes para planejamento e gestão ambiental do transporte hidroviário no Brasil.** 2008. 277f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, São Paulo, 2008.

SANTANA, C. G.; LIMA R. **Robô Batimétrico. Trabalho de Conclusão de Curso.** Curitiba, 2011.

SABOL, B. M. **Operating instructions manual for the acoustic - based submersed aquatic plant mapping system.** West Palm Beach, FL. U.S. Army Corps of Engineers, 2003.

SAPERE. **Gerenciamento de informação ligada aos arquivos governamentais.** 2009. Disponível em: <<http://metodologiaceutifica-rosilda.blogspot.com.br/2009/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

SILVA, P. J. **Estrutura para Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais em Obras Hidroviárias.** Tese apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

TBL TRANSPORTES BERTOLINI LTDA. **Comboios de Empurra**. 2017. Disponível em: <<http://www.tbl.com.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

TERMOLOGIA NÁUTICA. **Curiosidades**. 2013 Disponível em: <<http://www.nauticurso.com.br/terminologia.html>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

ANEXO