

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

UTILIZAÇÃO DA BATIMETRIA NA LOGÍSTICA FLUVIAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO TRECHO MANAUS - PORTO VELHO

Neymara Silva Costa⁽¹⁾, Cláudio Nahum⁽²⁾, Ricardo Deus⁽³⁾, Ramiro Neves⁽⁴⁾

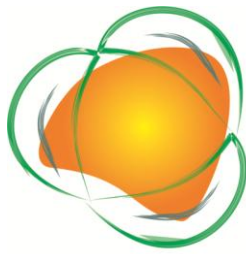
⁽¹⁾ Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Meio Ambiente/PPGCMA; Universidade Federal do Pará – UFPA; Belém/Pará; neymara.be@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Associado, Laboratório de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação/LaPMAC, Instituto de Ciências Exatas e Naturais/ICEN, Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém, Brasil, nahum@ufpa.br (C. Nahum); ⁽³⁾ Professor Adjunto, Laboratório de Pesquisa em Meio Ambiente e Conservação/LaPMAC, Instituto de Ciências Biológicas/ICB, Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém, Brasil, dedeus@ufpa.br (R. Deus), nahum@ufpa.br (C. Nahum); ⁽⁴⁾ Professor Associado, Centro de Ambiente e Tecnologias Marítimas/MARETEC, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 1049-001, Lisboa, Portugal, ramiro.neves@tecnico.ulisboa.pt.

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

RESUMO – A logística é responsável pela gestão dos recursos, equipamentos e informações necessários às atividades de uma empresa e por conseguinte tende a crescer à medida que a dimensão e a qualidade dos serviços e produtos da empresa vão crescendo. No estado do Amazonas o transporte fluvial é responsável pela maior parte da movimentação de cargas e passageiros tornando os desafios logísticos enormes devido à variabilidade sazonal e interanual da navegabilidade dos rios. Dentro dos principais rios navegáveis na bacia Amazônica destaca - se o rio Madeira, nesta hidrovia são realizados a navegação de navios, inclusive oceânicos, com diferentes tipos de produtos até Porto Velho, sendo particularmente importante o transporte fluvial de derivados de petróleo em Balsas Tanques – BT. No período das estiagens do rio aparecem bancos de areias que mudam de posição na ocasião das enchentes devido ao grande volume de transporte de sedimentos e esse aumento se agrava no período da chuva. A gestão da logística do transporte beneficia de forma simplificada se fosse possível manter a navegabilidade dos canais de navegação. Na impossibilidade de fazer, requer a capacidade de medir a profundidade do canal durante a locomoção dos navios. Neste trabalho é feita a descrição da estratégia seguida para este fim. Os dados recolhidos facilitam a navegação e depois de processados serão um contributo essencial para a caracterização da dinâmica sedimentar no rio.

Palavras-chave: Batimetria. Depositar. Gerenciamento. Combustíveis.

ABSTRACT - Logistics is responsible for managing the resources, equipment and information necessary for the activities of a company and therefore tends to grow as the size and quality of the services and products of the company are growing. In the state of Amazonas river transport is responsible for most of the movement of cargo and passengers making huge logistical challenges due to seasonal and interannual variability of the navigability of the rivers. Within the main navigable rivers in the



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Amazon basin highlights - the Madeira River, this waterway are held navigation vessels, including ocean, with different types of products to Porto Velho, is particularly important river transport of oil products in Balsas tanks - BT. Between the river droughts appear sand banks that change position at the time of the flooding due to the large volume of sediment transport and the increase worsens during the rainy season. The transport logistics management benefits from simplified if it were possible to maintain the navigability of the navigation channels. Failing to do, it requires the ability to measure the depth of the channel during locomotion of the vessel. In this work, the description of the strategy for this purpose. The data collected provide easy navigation and after processing will be an essential contribution to the characterization of sediment dynamics in the river.

Key words: Bathymetry. Deposit. Management. Fuels.

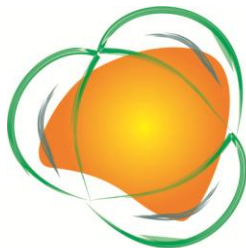
Introdução

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015) a bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo com aproximadamente 7 milhões de km². Destes, 4 milhões km² estão na região norte do território brasileiro. Os restantes 3 milhões de km² repartem-se entre a Bolívia, Peru, Venezuela e Colômbia. A bacia Amazônica tem 22 mil km de rios navegáveis, por onde passam embarcações de diversos tipos, transportando os mais variados produtos para favorecer o desenvolvimento da economia amazônica.

O rio Madeira é um dos principais rios navegáveis dentro da bacia Amazônica, ele recebe este nome porque no período de chuvas seu nível aumenta e inunda grandes porções da planície florestal, arrastando troncos e restos de madeira da floresta. No período da vazante, o rio Madeira a lâmina d'água reduz-se para valores mínimos da ordem de 2,1 metros. Neste período de seca do rio, o transporte de derivados de petróleo enfrenta dificuldades geradas pela falta de sinalização náutica (balizamento) e de dragagem do rio, estes são interventores de importância para a segurança e navegabilidade do rio Madeira, reduzindo assim a capacidade e eficiência do deslocamento fluvial no rio (TRISCIUZZI NETO, 2001)

De acordo com a Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (AHIMOC, 2015) o máximo de número de cargas são transportados pelo rio Madeira nos meses fevereiro, março e abril, época em que o rio se encontra cheio devido à intensidade elevada de chuvas na região. No período de estiagem, nos meses de agosto, setembro e outubro, a quantidade de carga diminui devido à dificuldade de navegação.

A descrição da batimetria das zonas de sempre foi um imenso desafio e uma obrigação para o homem, especialmente no que diz respeito à segurança da navegação. No rio Madeira este desafio é ainda maior devido à variabilidade temporal dos processos de sedimentação resultantes da variabilidade da vazão. Como consequência os locais críticos para a navegação variam em cada período de



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

vazante. Por isso, os ecobatímetros são equipamentos fundamentais para os navios que fazem o transporte fluvial.

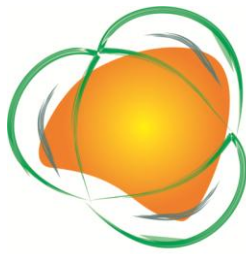
Os ecobatímetros emitem ondas sonoras que se refletem no fundo e são de novo captadas pelo equipamento. A partir do tempo de propagação (diferença entre o tempo de emissão e de recepção) o equipamento mede a profundidade da coluna de água. Estes equipamentos são ajudas essenciais para navegação em canais com bancos de sedimentos desconhecidos e se associados a sistemas de posicionamento (GPS) permitem a recolha de informação essencial para a criação/atualização de cartas náuticas:

Os levantamentos batimétricos são realizados a bordo de embarcações utilizando-se de ecobatímetro para medição de profundidades numa taxa de amostragem de um ou mais receptores GPS (*Global Positioning System*) para o posicionamento planimétrico diferencial. Estes levantamentos são relativamente de baixo custo, reduzido tempo de execução e com alto grau de eficiência (IHO, 2005 *apud* FERREIRA *et al*, 2012 p. 2).

Desta forma, o presente trabalho propõe avaliar a capacidade de recolha de informação baseada em ecobatímetros instalados em embarcações de transporte de derivados de petróleo na região norte. Este levantamento poderá posteriormente ser utilizado em estudos e projetos de áreas ribeirinhas, correções de problemas como método alternativo para medição de profundidades em água rasa devido aos baixos custos de investimento.

Material e Métodos

O objeto utilizado para estudo foi o rio Madeira que está localizado entre os estados de Rondônia e do Amazonas (Figura 1). Tem extensão total aproximada de 3315 km, sendo o 17º maior do mundo em extensão. Nasce com o nome de rio Beni na Cordilheira dos Andes, Bolívia. Ele desce das cordilheiras em direção ao norte recebendo então o rio Mamoré-Guaporé e tornando-se o Rio Madeira - um rio de planície que traça a divisória entre Brasil e Bolívia. A partir daí o rio segue em direção ao nordeste atravessando dezenas de corredeiras (provisórias) até chegar a Porto Velho, onde se iniciará a Hidrovia do Madeira.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

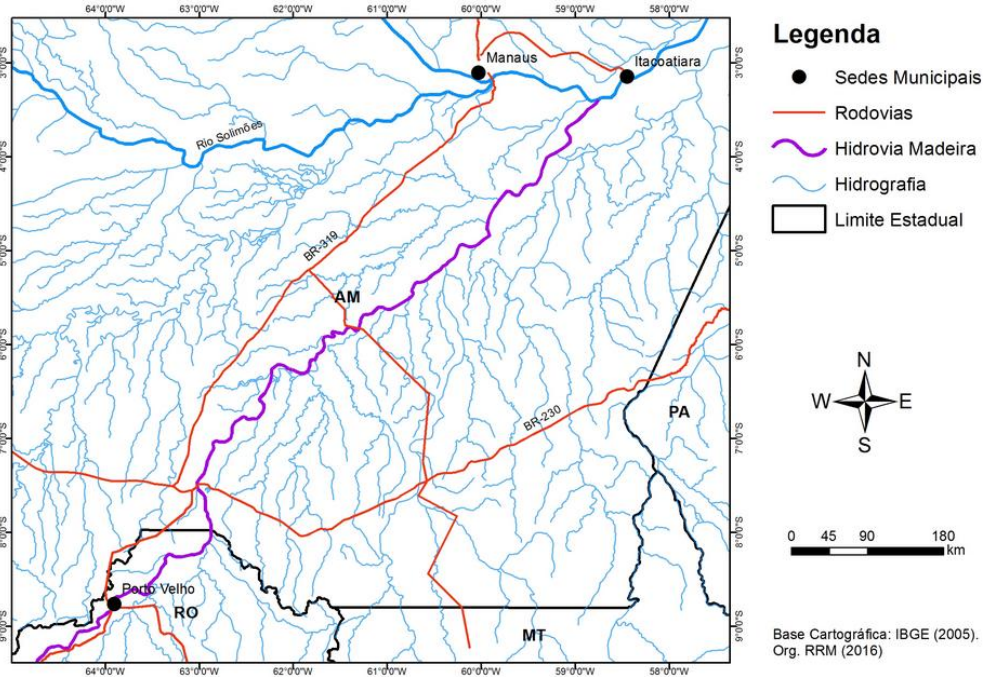


Figura 1. Área de estudo.
Org: Marinho, 2016.

Na pesquisa constatou-se que durante a navegação pelo rio Madeira são utilizados os equipamentos tais como o *GPS map521s* marca *Garmin* (A), *Radar da marca Furuno 1623* (B), *Class B AIS Transponder MA – 500 TR* marca *Icon* (C), *Eco Sonder LS-4100* marca *Furuno* (D), e o equipamento de monitoração da embarcação denominado *AUTOTRACK* (E) que é o meio de comunicação entre embarcação e o responsável de operação fluvial no porto.

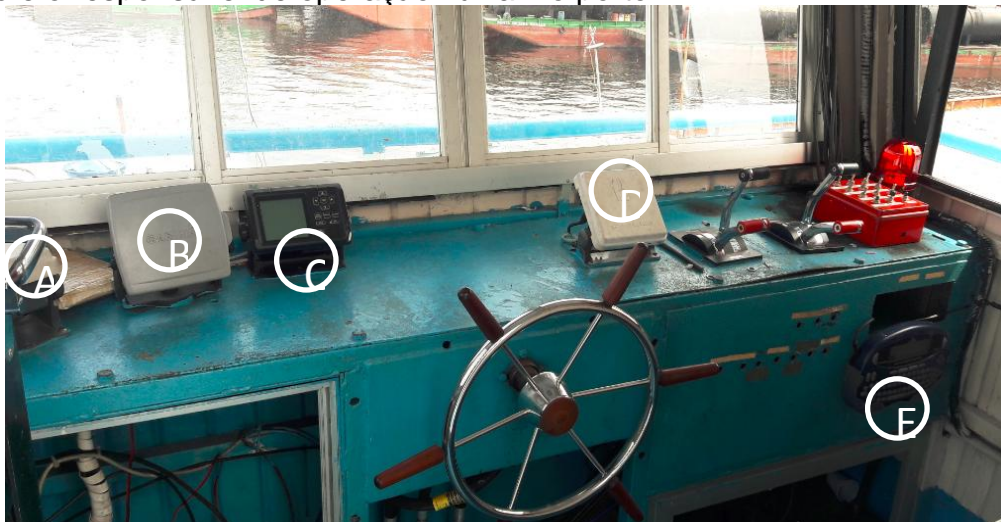
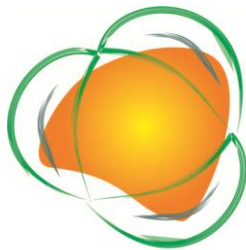


Figura 2. Gabinete de monitoramento na embarcação.
Fonte: Própria em 03/2016.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

O método utilizado durante o período da vazante é a análise da lâmina do rio através de um sensor (ecobatímetro). Após esta etapa as coordenadas e delimitação da área serão feitas para as embarcações cruzarem o rio Madeira.

Na Figura 3 e 4 apresenta o *Sonar PMAX160 (Ecobatímetro)* marca *Humminbird* que são utilizados em embarcações menores (botes) com motor de 90 Hp.



Figura 3. Ecobatímetro PMax160.
Fonte: Própria em 03/2016.



Figura 4. Ecobatímetro PMax160.
Fonte: Própria em 03/ 2016.

Assim pode-se observar que a navegação fluvial no rio Madeira tem como característica a peculiaridade da região amazônica.

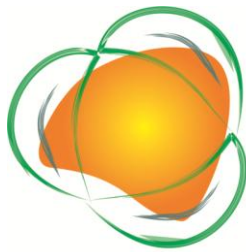
Na Figura 5 exhibe um típico rebocador regional que é responsável pela locomoção da balsa tanque (Figura 6) de derivados de petróleo no trecho Manaus – Porto Velho.



Figura 5. Rebocador utilizado para empurrar as embarcações.
Fonte: Própria em 03/2016.



Figura 6. Embarcação de transportes de derivados de petróleo.
Fonte: Própria em 12/2015.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Por se estender por vários países, o levantamento de informações hidrológicas e batimétricas na bacia Amazonas são difíceis, pois as instituições governamentais responsáveis pelo levantamento dessas informações não trabalham de forma homogênea, principalmente no que se refere à política de distribuição dos dados.

Resultados e Discussão

No levantamento feito durante a pesquisa observou-se que as transportadoras de navegação adotam estratégias logísticas mais elaboradas durante o período de vazante do rio Madeira para atender seus clientes.

Distinguir-se que durante a seca no rio Madeira, a Balsa Tanque – BT com capacidade de 3.500m³ de volume e um calado de 4 metros acaba não tendo seu volume total carregado, pois poderá acarretar o encalhamento da balsa no fundo do rio.

Durante o processo da vazante os sedimentos são transportados e com isso há uma variação no surgimento de bancos de areia em locais diferentes.

De acordo com as Figuras 7 e 8 pode-se notar com mais propriedade a influência da deformidade sedimentar instável e apresenta um padrão hidrodinâmico intenso influenciado pelas oscilações das águas no Rio Madeira. Nota-se que no ano de 2014 no mês de janeiro o nível do rio Madeira atingiu um recorde na cheia em comparação aos anos de 2015 e 2016.

É relevante que os níveis d'água apresentados nas tabelas citadas, podem possivelmente ser alterados em função da sazonalidade do rio que influencia na medição realizada por técnicos de órgãos responsáveis.

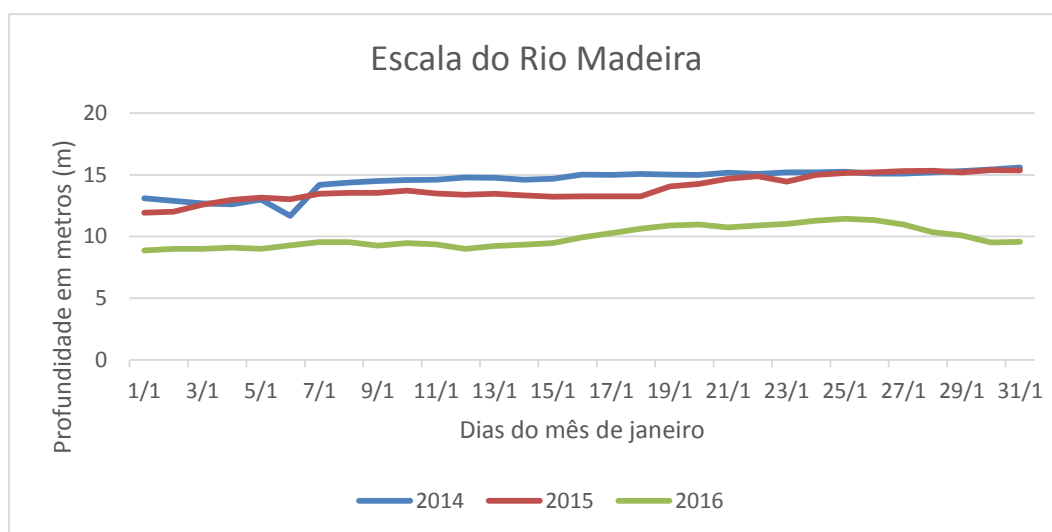
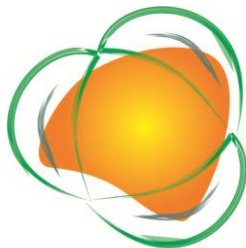


Figura 7. Escala do rio Madeira no mês de janeiro no ano de 2013 a 2016.

Fonte: Adaptação própria, 2016.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

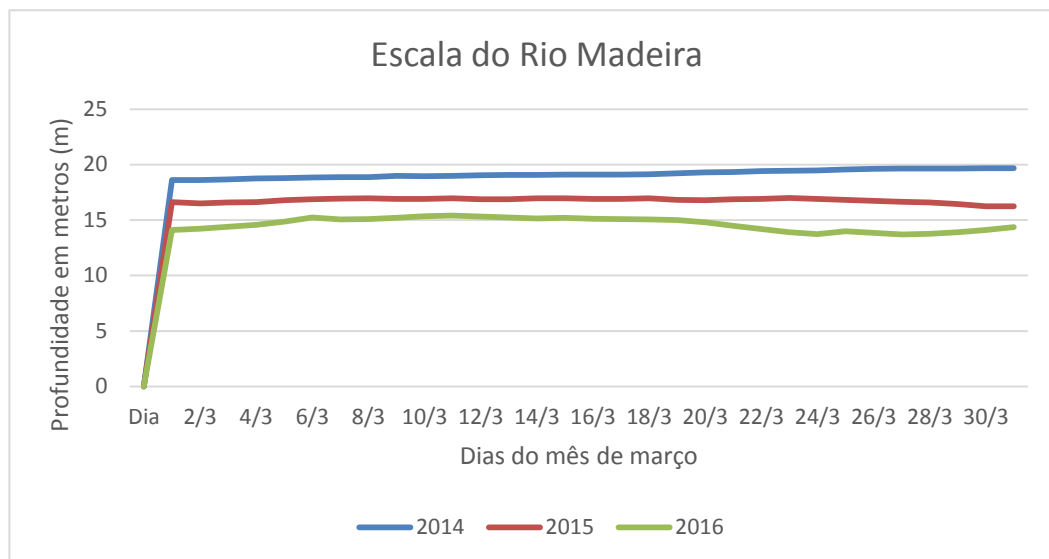


Figura 8. Escala do rio Madeira no mês de março no ano de 2013 a 2016.
Fonte: Adaptação própria, 2016.

Portanto, é essencial vistoriar o volume de uma carga carregada em uma embarcação, já que a carga irá influenciar no calado desta.

Conclusões

As transportadoras de navegação fizeram todo um planejamento logístico para atender os clientes em Porto Velho durante o período de vazante. Esse planejamento assenta no conhecimento dos níveis da água no rio, mas requer também o uso de ecobatímetros para localizar os bancos de sedimentos móveis cuja dinâmica rapidamente desatualiza as cartas náuticas.

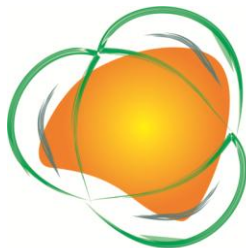
Os dados recolhidos pelos ecobatímetros, se convenientemente georreferenciados podem constituir informação de grande importância para a gestão da navegação durante o período de vazante, mas também para a compreensão da dinâmica sedimentar do rio e futuramente para a sua previsão com base em modelos hidrológicos e sedimentares.

Referências

AHIMOC – Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (2013). Principais Rios da Amazônia Ocidental. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/PNIH/BaciaAmazonica.pdf>>/. Acesso em: 05 ago. 2015.

ÁLVARES, M. T. et al. Monitorização Batimétrica em Albufeiras. Lisboa: Instituto da Água, Direção de Serviços de Recursos Hídricos. 2001.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>>. Acesso em: 04 set. 2015.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

ANTAQ – Agência Nacional de Transporte Aquaviários. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/anuario/>>. Acesso em: 05 ago. 2015.

BALLOU, R. Gerenciando a Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial, Bookman, Porto Alegre, 2001.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. Logística empresarial – o processo de integração da cadeia de suprimentos, Atlas, São Paulo, 2001.

FERREIRA, Í. O.; RODRIGUES, S. D.; SANTOS, A. de P. Levantamento Batimétrico automatizado aplicado à gestão de recursos hídricos. Estudo de caso: Represamento do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – MG. IV Simpósio Brasileiro de Ciências e Tecnologias da Geoinformação. Recife, Pe. 2012.

GEOSUR - La Red Geoespacial de América del Sur. Disponível em: <http://www.geosur.info/geosur/iirsa/mapas_po.php>. Acesso em: 05 ago. 2015.

GIFONI, F. J. M. Logística, transporte e desenvolvimento: A contribuição do complexo industrial portuário do Pécem – Ce. Dissertação de Mestrado. UFSC, 2001.

GREGÓRIO, A. M. da S. Contribuição à gestão ambiental da Baía de Guajará (Belém – Pará – Amazônia) através de estudo batimétrico e sedimentológico. Dissertação de Mestrado. UFRS, 2008.

MARINHO, R. (Org.). Mapa de localização da área de estudo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://geofpt.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/base_continua_ao_milionesimo/BCIM_V4_DocTecnica_VOL_I.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

ROSSETO, M. Proveniência sedimentar das areias holocênicas do rio Madeira, Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado. USP, 2013.

SARACENI, P. P. Transporte Marítimo de petróleo e derivados. Ed. Interciência: Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, E. R. L. di G. Associação da variabilidade climática dos oceanos com a vazão de rios da Região Norte do Brasil. USP, 2013.

SILVA, J. G. S. da. A utilização do sonar de varredura lateral e do ecobatímetro multifeixe na interpretação e análise da morfologia da Baía de Vitória (ES). Trabalho de Conclusão de Curso. UFF, 2010.

TRISCIUZZI NETO, L. Rios da Amazônia: coletânea de dados: pequenos roteiros. 3. ed. Niterói, 2001.