



## **Estudo de impactos ambientais decorrentes do aumento do fluxo de navios cargueiros no porto de Santana-AP**

**Mauricio Dias da Conceição Neto<sup>1</sup>, Eva Maria Teixeira<sup>2</sup>, Vitoria Carneiro Figueiredo<sup>3</sup>, Luana Oliveira De Sá<sup>4</sup>, Ana Karine Gonzaga<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amapá (mauricioneto.21.21@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade federal do Amapá (teixeira.evaf@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade federal do Amapá (vitoriafigueiredo29@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal do Amapá (luana031310@gmail.com)

<sup>5</sup> Universidade federal do Amapá (anakarinelg@gmail.com)

### **Resumo**

Com crescimento da região portuária de Santana localizada na região norte do Brasil é necessário que novos estudos, visando a análise ambiental, sejam realizados, no intuito de mitigar potenciais perturbações no ecossistema da biota amazônica. O presente trabalho tem como propósito o estudo e análise dos potenciais impactos ambientais decorrentes do aumento do fluxo de navios cargueiros na região do canal norte, principal rota de acesso à bacia amazônica, caminho vital para o comércio dos portos do Arco Norte. O artigo foi desenvolvido seguindo as características de uma Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e teve como enfoque os impactos econômicos, bióticos e físicos na região, bem como, o estudo das suas medidas mitigadoras.

**Palavras-chaves:** Região portuária, Amazônia, AIA, medidas mitigadoras.

Área temática: Impactos ambientais.

## **Study of environmental impacts resulting from the increased flow of cargo ships in the port of Santana-AP**

### **Abstract**

*With the growth of the port region of Santana located in the northern region of Brazil it is necessary that new studies, aiming at environmental analysis, are carried out in order to mitigate potential disturbances in the ecosystem of the Amazonian biota. The purpose of this paper is to study and analyze the potential environmental impacts arising from the increased flow of cargo ships in the region of the north channel, the main access route to the Amazon basin, a vital route for trade in the Arco Norte ports. The paper was developed following the characteristics of an Environmental Impact Assessment (EIA) and focused on the economic, biotic and physical impacts on the region, as well as, the study of its mitigating measures.*

**Palavras-chaves:** Port region, Amazon, EIA, mitigation measures.

Theme Area: Environmental impacts.



## 1 Introdução

O Complexo Portuário de Santana, situado às margens do Rio Amazonas, no município de Santana/AP, localiza-se de forma estratégica para movimentação de carga do Arco Norte (grãos) — rota de comércio dos portos da região norte do Brasil — e também se tornar um *hub* (tradução livre: *ponto central*) para distribuição de combustível e contêineres para a Amazônia como um todo. Além disso, por estar próximo de mercados internacionais como Canal do Panamá, Caribe, Estados Unidos e Europa abre caminho para a exportação do Norte e Centro-oeste brasileiros. O porto possui potencial para um grande transporte de cargas que pode beneficiar economicamente e socialmente o estado do Amapá. (ANTAQ, 2021).

Nesse sentido, destaca-se a importância do estudo de impacto ambiental, estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 1 de 1986, o qual além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, busca identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade e considera os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

O atual trabalho tem por objetivo o estudo dos potenciais impactos ambientais decorrentes do aumento do fluxo de navios cargueiros na região do canal norte, principal rota de acesso à bacia amazônica, com ênfase na região do complexo portuário de Santana. Pois o aumento do fluxo de navios converge para alteração na qualidade ambiental que resulta desse processo. Nesse sentido, há manifestação no receptor, seja este do meio econômico, biótico ou antrópico (SÁNCHEZ, 2015).

## 2 Metodologia

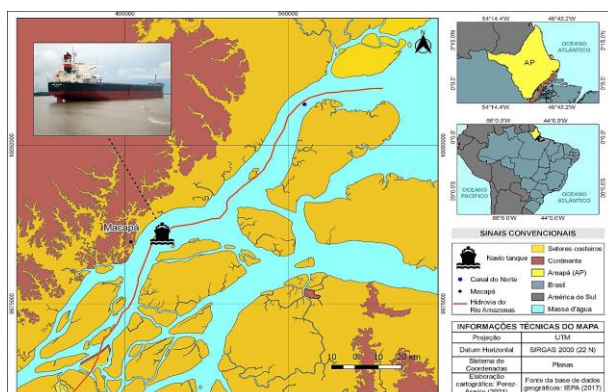
A metodologia empregada no presente estudo é de abordagem qualitativa, baseada na pesquisa bibliográfica e documental por meio da análise interpretativa. Para isso, serão utilizadas as legislações ambientais incidentes sobre a área de estudo, bem como pesquisa na literatura e consultas no site e em documentos da Companhia Docas de Santana.

O presente trabalho dará foco à análise dos impactos causados no meio físico, abrangendo os solos e águas, meio biótico no que concerne à fauna, flora e ecossistemas, e meio antrópico referente à economia.

### 2.1 Área e período de estudo

A área de estudo compreende o Canal do Norte na hidrovia do Rio Amazonas, localiza-se na zona costeira do Estado do Amapá, entre o Oceano Atlântico e as cidades de Macapá e Santana, e é o principal acesso marítimo à Bacia Amazônica.

**Figura 1:** Mapa da localização da área de estudo (Canal do Norte do Rio Amazonas).



Fonte: ARAÚJO et al (2021).



O período de estudo corresponde ao intervalo de 2015 até o ano de 2060 conforme as projeções das movimentações no Porto de Santana realizadas pelo Plano Mestre (2017).

## **3 Resultados e discussões**

### **3.1 Problemas de AIA**

Os principais impactos causados pelo aumento do fluxo de navios nos canais do rio Amazonas, devido ao crescimento do Porto de Santana/AP, estão relacionados ao meio antrópico, os quais afetam principalmente a economia da região, e aos meios físico e biótico, especialmente impactos hídricos.

#### **3.1.1 Impactos econômicos**

- **Queda na Pesca Artesanal**

Diegues (1983), define que a pesca artesanal brasileira possui numerosas e complexas características que levam em consideração fatores sociais, econômicos e ambientais intrínsecos a cada região. Seus usuários utilizam diversos meios de produção (embarcações, estratégias e petrechos) para capturar diversos recursos geralmente pouco abundantes, em um meio em constante mudança.

Estudos de Cunha et al. (2008) sobre os impactos ambientais relacionados ao fluxo de navios mercantes na comunidade de Mazagão-AP, mostraram uma perda de produção na pesca de camarão e peixe na região por conta do aumento do tráfego de embarcações de cargas. Como essas atividades eram a principal fonte de alimento e rendimentos para a comunidade, prejuízos socioeconômicos são atribuídos a essa população localizada ao longo do que chamamos de “corredor hidroviário de importação/exportação”.

#### **3.1.2 Impactos nos meios físico e biótico**

- **Navegação em lama fluida**

A lama fluida consiste em uma alta concentração de finos em suspensão no fundo de rios, canais ou regiões estuarinas as quais apresentam grande quantidade de sedimentos e possuem característica de fluidos não newtonianos (CARNEIRO, 2018; MCANALLY et al., 2007; SILVA, 2015).

Essa camada de lama fluida pode impactar na sobrevivência de comunidades bentônicas (MCANALLY et al., 2007), as quais são formadas por organismos pertencentes à flora e à fauna aquática, “principalmente de invertebrados aquáticos que vivem associadas a diferentes tipos de substratos orgânicos e inorgânicos, tanto consolidados quanto inconsolidados, os quais sustentam a base de inúmeras cadeias tróficas” (UFAL, 2015). Além disso, pode contribuir para eutrofização da coluna d’água (MCANALLY et al., 2007), já que a perturbação das camadas de lama fluida pode resultar na dispersão de contaminantes e a mistura de camadas anóxicas pode levar a um aumento na demanda de oxigênio dentro da coluna d’água. Ambas as mudanças podem reduzir a qualidade geral da água, com o potencial de impactar negativamente o ecossistema local (HR WALLINGFORD, 2014).

Para que a navegação em lama fluida seja possibilitada tanto para viabilização da passagem de navios, quanto para não causar impactos negativos no ecossistema, são realizados processos de adequação de uso por meio de técnicas de agitação e aeração, permitindo, dessa forma, a viscosidade a níveis aceitáveis para navegação e a oxigenação do meio, revigorando as variedades aeróbicas de bactérias. Desse modo, evita-se o assentamento de partículas, mantém-se o nível de oxigenação necessária e permite-se a passagem de cascos de embarcações com atrito mínimo do casco (MCANALLY et al., 2007).



- **Gestão de água de lastro**

A água é utilizada como lastro para estabilizar os navios no mar. A água de lastro é bombeada para manter as condições de operação seguras durante a viagem. Essa prática garante estabilidade transversal, melhora a propulsão e a manobrabilidade e compensa as alterações de peso em vários níveis de carga. (IMO, 2019; SILVA e MOREIRA, 2019).

O despejo incorreto da água de lastro pode representar sérios problemas ecológicos, econômicos e de saúde devido à multiplicidade de espécies marinhas transportadas nessas águas, incluindo bactérias, ovos, dentre outros. As espécies transferidas podem sobreviver para estabelecer uma população reprodutiva no ambiente hospedeiro, tornando-se invasoras, superando as espécies nativas e se multiplicando em proporções de pragas (IMO, 2019).

Os autores Pereira, Pereira e Cunha (2018) em estudo de 2012 a 2013, analisaram 808 formulários de Água de Lastro de embarcações ancoradas no Porto de Santana/AP, e detectaram que apenas 4,83% apresentaram declaração de deslastro e, destes, somente 3,59% estavam em conformidade ou possuíam todos os dados necessários. Com base nisso os autores concluíram que a gestão de água de lastro no Porto de Santana “apresenta deficiências consideráveis, como falhas de preenchimento sobre a avaliação da origem da água de lastro, fator este crítico acerca do desempenho relacionado aos volumes de troca da água de lastro”.

- **Erosão das margens**

Estudos de Mello e Araújo (2012) no rio Solimões, mostram que em áreas onde mais afetadas pela erosão estão localizadas em áreas onde o fluxo fluvial é mais intenso. Na região amazônica utiliza-se a terminologia “terras caídas” para designar os desbarrancamentos que ocorrem nas margens do rio Amazonas e nos seus afluentes de água branca. Fatores antrópicos como desmatamento da vegetação ciliar e principalmente a ação das embarcações têm dado sua parcela de contribuição (MARQUES, 2017).

Com a tendência de aumento do transporte de cargas e o fluxo de navios cada vez maiores, é possível prever que os impactos ambientais decorrentes da erosão das margens de rios que estão diretamente ligados às hidrovias de passagem desses navios mercantes. Por isso é importante se atentar a medidas contidas no Código Ambiental do Estado do Amapá (1999), artigo 39, no qual define que a utilização do solo, para quaisquer fins, deverá obrigatoriamente ter um controle da erosão em todas as suas formas.

- **Acidentes envolvendo derramamento de óleo**

As colisões de navios são responsáveis pela maioria dos acidentes marítimos e estuarinos; o risco pode ser ainda maior em portos com condições batimétricas complexas (YOO e KIM, 2019), como é o caso do canal norte do rio Amazonas, principal acesso à bacia amazônica, o qual é considerado uma área crítica para a navegação, em função da limitação de calado devido à navegação na região de lama fluida (SILVA, 2015) e à presença de bancos de areia em constante movimentação pela hidrodinâmica do rio (FERNANDES, 2010).

Segundo pesquisa de Da Cunha et al. (2014), os ecossistemas costeiros das cidades de Macapá e Santana, no estado do Amapá, região onde passam anualmente cerca de 1500 navios cargueiros de grande porte, encontram-se ameaçados em caso de ocorrência de acidente de derramamento de óleo, uma vez que os pesquisadores identificaram que essas cidades não possuem estrutura logística que envolva estudos técnicos, equipes e equipamentos disponíveis para lidar com acidentes desse caráter.

Os potenciais impactos ambientais decorrentes do derramamento de óleo combustível são prejuízos ecológicos de espécies da biota aquática costeira e da zona costeira mais próxima das cidades de Macapá e Santana (PEREIRA et al., 2014).



## 3.2 Análises dos impactos e medidas mitigadoras.

De acordo com Sánchez (2015), ações propostas com a finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos impactos ambientais adversos são chamadas de medidas mitigadoras. Medidas típicas incluem sistemas de redução da emissão de poluentes, como o tratamento de efluentes líquidos, a instalação de barreiras antirruído e o abatimento das emissões atmosféricas por meio da instalação de filtros, mas os tipos de medidas mitigadoras possíveis abrangem uma gama ampla. Nesse sentido, na realização do estudo para expansão do porto, tem-se grandes impactos no ecossistema aquático, que podem ser divididos em meio físico, biótico e social, apresentando melhor forma de estudo e medidas de atenuação.

**Quadro 01:** Impactos do meio físico e medidas mitigadoras.

MEIO FÍSICO		
IMPACTO	DESCRIÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS
<b>Bioinvasão</b>	Os maiores causadores são navios que captam a água do mar ou do rio para garantir segurança operacional e sua estabilidade. A chamada água de lastro é a maior responsável pela invasão biológica, acontece quando espécies não pertencentes ao ecossistema são lançadas, o que causa poluição e mudanças significativas nos ecossistemas	-Adotar sistemas de tratamento de água de lastro. O ideal seria desenvolver um sistema 100% eficiente capaz de eliminar as espécies invasoras. -Implementação de monitoramento de água de lastro como comprimento da NORMAN-20 na região, que define o gerenciamento da água de lastro dos navios em águas nacionais.
<b>Erosão e Carreamento de sedimentos</b>	Geração de ondas na superfície da água que propagam em direção às margens e provocam desgaste erosivo.	-Formular políticas de: meio ambiente, recursos hídricos, florestal, cartográfica, controle da erosão e saneamento ambiental. -Elaboração de estudo de investigação preliminar passivo ambiental.
<b>Derramamento de resíduos</b>	Risco de acidentes de derramamento de óleo, derivados ou orgânicos na operação portuária com consequência imediata na qualidade das águas.	-Aplicar normas de segurança da operação portuária. Além de estar apto, através do Plano emergencial individual (PEI) que dispõe sobre prevenção, controle e fiscalização da poluição por lançamento de óleos em águas (Conama nº 398/2008).

Fonte: adaptado de Cunha (2018).

**Quadro 02:** Impactos do meio biótico e medidas mitigadoras.

MEIO BIÓTICO		
IMPACTO	DESCRIÇÃO	MEDIDAS MITIGADORAS
<b>Prejuízos as espécies da biota costeira</b>	Com o crescimento do porto e fluxo de navios, aumenta o risco de derramamento de óleo e água de lastro contaminada na região costeira do Amapá, principal acesso a bacia amazônica	-Planos de contingência de derramamento de óleo em harmonia com a Lei federal nº 9.966. -Implementação de monitoramento de água de lastro como comprimento da NORMAN-20 na região, que define o gerenciamento da água de lastro dos navios em águas nacionais.



<b>Afastamento dos cardumes da região</b>	Geração de oscilações vibratórias no ecossistema local, pelo alto fluxo de embarcações de grande porte. O que causa afastamento de espécies aquáticas.	-Utilizar amortecedores para atenuação dos movimentos oscilatórios. -Monitoramento e fiscalização de tráfego e meio ambiente. -Elaboração de estudo de investigação preliminar passivo ambiental.
<b>Navegação em lama fluida</b>	Estudos indicam a navegação em lama fluida como opção menos danosa que a dragagem amplamente utilizada. Consiste em uma alta concentração de finos em suspensão no fundo de rios, canais ou estuários e possuem características de fluidos não newtonianos.	-Cuidados na aeração, adequando-se a viscosidade a níveis aceitáveis para navegação e a oxigenação do meio, revigorando as variedades aeróbicas de bactérias. -Monitoramento e fiscalização do meio ambiente e tráfego de navios pelo órgão competente.

Fonte: adaptado de Cunha (2018).

**Quadro 03:** Impactos do meio Socioeconômico e medidas mitigadoras.

<b>MEIO SOCIECONOMICO</b>		
<b>IMPACTO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>MEDIDAS METIGADORAS</b>
<b>Crescimento da demanda de movimentação de carga no porto de Santana</b>	Com a expansão do porto, o fluxo de navios cargueiros tende a aumentar bastante, devido a capacidade de recebimento de navios com maiores cargas e liberação de novas rotas. Favorecendo a importação e exportação na economia local.	Impacto econômico positivo.
<b>Geração de emprego e renda</b>	A ampliação do porto abre espaço para contratação de mão de obra local, além de aumentar movimentação econômica local em seu entorno.	Impacto econômico positivo.
<b>Queda na pesca</b>	Oscilações vibratórias, poluição e grande fluxo de navios na região afastam cardumes nativos de peixes e camarões na região. O que é prejudicial aos pescadores e economia local.	-Utilizar amortecedores para atenuação dos movimentos oscilatórios. -Monitoramento e fiscalização do meio ambiente e tráfego de navio. -Subsídio aos pescadores e dependentes.

Fonte: adaptado de Cunha (2018).

## 4 Considerações finais

Foi apresentado o estudo de caracterização do empreendimento e o levantamento das informações sobre os aspectos do meio físico, biótico e socioeconômico – diagnóstico ambiental – decorrentes do possível aumento do fluxo de navios cargueiros. Esse levantamento de informações foi efetuado para que se conhecessem as alterações ambientais e sociais geradas pela ampliação e funcionamento do empreendimento e para que se indicassem medidas de redução, prevenção, controle, potencialização ou compensação das principais alterações.

Logo, o presente grupo buscou estabelecer relações entre os impactos ambientais e a engenharia civil, ao fazer uma análise preliminar do porto e os impactos de sua ampliação, expressando as medidas mitigadoras de forma contextualizada a partir de uma visão crítica em relação aos efeitos do empreendimento na sustentabilidade local.

Com isso, as medidas a serem implementadas com o intuito de se garantir o uso sustentável do meio ambiente, dependem de uma cadeia muito bem estruturada com disponibilidade de serviços, tecnologia, materiais, mão-de-obra, políticas públicas.



## Referências

ARAÚJO, E. P. ; CRIZANTO, J. L. P. ; ABREU, C. H. M. ; CUNHA, H. F. A.; BRITO, A. U.; PEREIRA, N. N.; CUNHA, A. C.. **Integração SIG, Simulação Numérica e Vulnerabilidade de Recursos Biológicos frente ao derramamento de óleo: uma abordagem inovadora para estudos ambientais na hidrovia do Rio Amazonas**. In: Alaan Ubaiara Brito et al. (Org.). Inovação na Amazônia: debates sobre tecnologia, desenvolvimento e empreendedorismo. 28ed. Rio De Janeiro: Editora Autografia Edição e comunicação LTDA, 2021, v. 3, p. 1-19.

BRASIL, ANTAC. **ANTAQ participa de audiência sobre o potencial da área portuária no Amapá**. 16 de out de 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2021/antag-participa-de-audiencia-sobre-o-potencial-da-area-portuaria-no-amapa>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. NORMAM 20/DPC. **O Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios**. Brasília: Diário Oficial da União, 2005. Disponível em: <<https://shortest.link/2ShZ>>. Acesso em: 20. jan 2022.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Resolução CONAMA Nº 01, de 23/01/1986**. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 1986.

\_\_\_\_\_. **Plano Mestre: Complexo Portuário de Santana**. Ministério dos Transportes, Junho 2017. Disponível em: <https://shortest.link/2GOR>. Acesso em: 06 dez. 2021.  
BRASIL. Secretaria de Portos da Presidência da República – SEP/PR. **RIMA - Novo Porto de Manaus**. Disponível em: <<https://shortest.link/2Si5>>. Acesso em: 01 fev. 2022.

CARNEIRO, J. C. **Estudo das camadas de lama fluida em portos e canais de navegação**. 2018. 145 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://shortest.link/309k>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CUNHA, H. F. A. et al.. **Impactos Ambientais do Tráfego de Embarcações de Carga na Zona Costeira do Município de Mazagão - AP**. Disponível em: <<http://www.iepa.ap.gov.br/meteorologia/publicacoes/impactosambientais.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

DA CUNHA, A. C. et al. Modeling pollutant dispersion scenarios in high vessel-traffic areas of the Lower Amazon River. **Marine Pollution Bulletin**, Reino Unido, n. 168. p. 1 - 15, 2021.

DIEGUES, A.C.S. 1983. **Pescadores, Camponeses e Trabalhadores do Mar**. São Paulo. Ed. Ática. 30p.

ENGENHARIA DE TRANSPORTES - CCECIVIL - UNIFAP. **CIV0142 - Transporte Aquaviário - Aulas Síncronas: 29/07/21**. Macapá: UNIFAP, 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IDE25usC2IU>>. Acesso em: 23 jan. 2022.

FERNANDES, R. D. **Formação e evolução dos bancos de areia da foz do rio Amazonas**. 2010. 133 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp141052.pdf>>. Acesso em: 01 fev.



2022.

HR WALLINGFORD. Understanding the impact of fluid mud on ports and Navigation.

**Innovation & Research Focus**, Reino Unido, n. 96, p. 2, 2014. Disponível em:

<<https://www.innovationresearchfocus.org.uk/Issues/96/PDFs/IRF96%20-%20P2%20-%20HR.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Ballast Water Management**.

Disponível em:

<<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/BallastWaterManagement.aspx>>.

Acesso em: 20 jan. 2022.

MARQUES, O. R. **Erosão nas Margens do Rio Amazonas: O Fenômeno das Terras Caídas e as Implicações para a Cidade De Parintins-AM**. 2017. 175p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM).2017.

MCANALLY, W. H. et al. Management of Fluid Mud in Estuaries, Bays, and Lakes. II: Measurement, Modeling, and Management. **Journal of Hydraulic Engineering**, EUA, n. 133, p. 23 - 38, 2007.

MELLO, C.F; ARAÚJO, N.J.S. **Costa do Arapapá Rio Solimões (AM)**

**Erosão/Sedimentação e o Modo d Vida do Amazônida**. Disponível em:

<<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Procesosambientales/Geomorfologia/21.pdf>>. Acesso em: 25 jan 2022.

PEREIRA, J. P. F. N.; PEREIRA, N. N.; CUNHA, A. C. Monitoramento da qualidade da água de lastro como suporte à gestão no Porto de Santana-AP – Amazônia Estuarina/Brasil.

In: PEREIRA, N. N. **Água de lastro: gestão e controle**. São Paulo: Blucher, 2018, 236 p.

Disponível em: <[http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-](http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/openaccess/9788580393064/completo.pdf)

[1.amazonaws.com/openaccess/9788580393064/completo.pdf](http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/openaccess/9788580393064/completo.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2022.

SANCHEZ, L. E.. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2 ed. São Paulo. Oficina de Textos, 2015.

SILVA, I. O. **Dinâmica sedimentar na barra norte: foz do rio Amazonas**. 2015. 137 p.

Tese (doutorado) - Universidade

Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em:

<[https://w1files.solucaoatrio.net.br/atrio/ufRJ-](https://w1files.solucaoatrio.net.br/atrio/ufRJ-peno_upl//THESIS/6000178/2015_doutorando_iranilson_oliveira_silva_20200404232648442.pdf)

[peno\\_upl//THESIS/6000178/2015\\_doutorando\\_iranilson\\_oliveira\\_silva\\_20200404232648442.pdf](https://w1files.solucaoatrio.net.br/atrio/ufRJ-peno_upl//THESIS/6000178/2015_doutorando_iranilson_oliveira_silva_20200404232648442.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2022.

YOO, Y. e KIM T. An Improved Ship Collision Risk Evaluation Method for Korea Maritime Safety Audit Considering Traffic Flow Characteristics. **Journal of Marine Science and Engineering**, Suíça, v. 7, n. 448, p. 1-16, 2019.