

## Geociências Forenses aplicada as ocorrências de acidentes com embarcações no estuário amazônico

**Jailson Corrêa Soeiro**  
Universidade Federal do Pará

**Aline Maria Meiguins de Lima**  
Universidade Federal do Pará

**Ludmila Monteiro da Silva**  
Universidade Federal do Pará

### RESUMO

A navegação faz parte do modal de deslocamento de pessoas e produtos ao longo do estuário amazônico, contudo sua frequência e processos hidrometeorológicos associados geram perguntas sobre a influência destes em acidentes ocorridos da região. Tal fato, motiva a proposição de uma análise geoforense adaptada aos indicadores de ocorrências de acidentes ocorridos em ambiente aquático, e seu possível vínculo com agentes hidrometeorológicos como causadores ou catalisadores do processo. A estrutura da pesquisa constou com a caracterização do comportamento hidrometeorológico do estuário segundo as demandas das principais rotas de navegação utilizadas e das informações cadastrais (10 anos) do Sistema de Estatísticas de Ocorrências do Corpo de Bombeiros do Estado do Pará (SISCOB). O processamento das informações constou da especialização das variáveis de maior relação com a navegação em Sistema de Informação Geográfica (SIG) e análise estatística das ocorrências identificadas. Os resultados obtidos demonstram que os ambientes fluviais e praia são os mais frequentes em número de ocorrências; não há o registro de picos durante o período de chuvas, porém em 45% do período analisado o percentual de ocorrências é superior a 10%. As conclusões indicam que existe necessidade de ações potenciais para a identificação da real causa dos acidentes e maior atenção do poder público para o transporte fluvial, pela sua grande demanda e frequência na região.

**Palavras-chave:** Sistema de transporte modal; Riscos e desastres naturais; Ambiente fluvial.

## Forensic Geosciences applied to the occurrence of accidents with vessels in the Amazon estuary

### ABSTRACT

The use of vessels is the most used form of transport by people and products along the Amazon estuary. However, its frequency and associated hydrometeorological processes raise questions about the accident's causes and consequences. This fact motivates the proposal of a geoforensic analysis adapted to indicators of accidents in an aquatic environment and its possible link with hydrometeorological agents as causes or catalysts of the process. Researchers characterized the estuary's hydrometeorological behavior based on the demands of the main navigation routes used and the 10-year cadastral information from the Pará State Fire Department's Incident Statistics System (SISCOB). The information processing comprised spatial organization of the variables most closely related to navigation in a Geographic Information System (GIS) and statistical analysis of the identified incidents. The results demonstrate that river and beach environments are the most frequent in several occurrences. There is no record of peaks during the rainy season. Although,



*in 45% of the analyzed period, the occurrences are greater than 10%. The main conclusion highlights the importance of implementing potential actions to identify the real cause of accidents. It includes more attention from public authorities to river transport due to its great demand and frequency in the region.*

**Keywords:** Modal transport system; Risks and natural disasters; River environment.

## Geociencias Forenses aplicadas a la ocurrencia de accidentes con embarcaciones en el estuario del Amazonas

### RESUMEN

*La navegación es parte del movimiento de personas y productos a lo largo del estuario del Amazonas. Sin embargo, su frecuencia y los procesos hidrometeorológicos asociados plantean interrogantes sobre su influencia en los accidentes en la región. Este hecho motiva la propuesta de un análisis geoforense adaptado a indicadores de accidentes ocurridos en un medio acuático, y su posible vinculación con agentes hidrometeorológicos como causantes o catalizadores del proceso. La estructura de la investigación consistió en caracterizar el comportamiento hidrometeorológico del estuario según las demandas de las principales rutas de navegación utilizadas y las informaciones de registro (10 años) del Sistema de Estadísticas de Ocurrencia del Cuerpo de Bomberos del Estado de Pará (SISCOB). El tratamiento de la información consistió en la especialización de las variables más relacionadas a la navegación en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y el análisis estadístico de los incidentes identificados. Los resultados obtenidos demuestran que los ambientes fluviales y de playa son los más frecuentes en cuanto al número de ocurrencias. No se observan picos durante la temporada de lluvia, aunque el porcentaje de ocurrencias es superior al 10 % en el 45% del periodo analizado. Las conclusiones indican que es necesario realizar potenciales acciones para identificar la causa verdadera de los accidentes y una mayor atención por parte de las autoridades públicas al transporte fluvial, debido a su gran demanda y frecuencia en la región.*

**Palabras clave:** Régimen de transporte modal; Riesgos y desastres naturales; Medio ambiente fluvial.

### INTRODUÇÃO

O clima amazônico, marcado pela sua dinâmica, é modulado e caracterizado por sistemas meteorológicos que atuam em diversos tipos de escala, influenciando diretamente o regime da precipitação na região. Em consequência, são observadas condições de extremos meteorológicos na região nordeste do estado do Pará, que oferecem riscos para a navegação (Uvo; Nobre, 1989; Cohen; Silva; Nobre, 1995; Moraes *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2009). Dentre estas, citam-se: chuvas fortes, ondas agitadas, rajadas de vento e baixa visibilidade (Santos *et al.*, 2016).

No estado do Pará o transporte hidroviário serve como forma de deslocamento para o fornecimento de atenção à saúde, compras, educação, comercialização de produtos, e assim por diante (Palma e Silva *et al.*, 2019). Porém, tal demanda também gera consequências, como exemplo, dos 461 acidentes julgados pelo Tribunal Marítimo entre 2011 e 2012, 246 ocorreram no Pará sendo 24 no rio Guamá (Souza Júnior *et al.*, 2015); e, segundo os dados da Estatística de Ocorrências do Corpo de Bombeiros do Estado do Pará (SISCOB, 2021), avaliando-se as “Ocorrências por Característica do Local”, admitindo portos, praias de água doce e rios em Belém, o quantitativo de acidentes foi de 31 em 2019, 30 em 2020 e 20 em 2021. Estes valores,



indicam que se deve buscar agregar esforços na academia para auxiliar a reduzir o impacto deste setor, tanto de forma preventiva como investigativa da frequência de ocorrências.

A Geociência Forense (Geoforens), pode ser usada neste processo de investigação, por ser a aplicação das ciências da terra para a realidade; “de forma geral, a Ciência Forense pode ser entendida como a aplicação do conhecimento de diversas ciências à matéria ou a problemas dos diversos ramos do direito, como civil, penal e administrativo” (Santoro; Lima Neto; Garrido, 2018, p. 602). Os métodos da Geoforens auxiliam as buscas terrestres e aquáticas de variadas maneiras, todas tendo como suporte a atividade pericial. Deste modo,

a perícia é considerada um meio de prova, sendo relevante frisar que o primeiro dos três atos básicos de uma perícia (exame, avaliação e laudo), o exame, se desenvolve sobre uma fonte de prova cuja informação pode emanar diretamente do objeto a ser conhecido e compreendido, mas também pode partir de um objeto que retrata indiretamente o que deve ser conhecido (Santoro; Lima Neto; Garrido, 2018, p. 606).

As áreas urbanas são os focos de crescimento mais acentuado de riscos naturais e antropogênicos de diversas naturezas, necessitando assim que a avaliação geoforens acompanhe a complexidade e variabilidade das situações que podem se manifestar. O rápido crescimento populacional e o desenvolvimento urbano, no contexto da variabilidade climática, acabam moldando os riscos principalmente de natureza geohidrológica, e tornando as cidades ambientes de alta vulnerabilidade tendencial, em decorrência de eventos climáticos (Vörösmarty *et al.*, 2013).

Os riscos geohidrológicos são fenômenos complexos e heterogêneos, em decorrência de sua dinâmica e fatores associados. Logo, existe uma demanda social por formulações que avaliem a geração e evolução de perigos, estas podem envolver sistemas simples ou complexos vinculados a bases georreferenciadas, bases para composição de relações espaço-temporais fundamentais para a modelagem ambiental, como modelos de chuva-escoamento (Abbate *et al.*, 2023).

Na Região Metropolitana de Belém (RMB) o modal hidroviário para locomoção é reprovado por 30% dos usuários segundo a pesquisa de Palma e Silva *et al.* (2019), onde são destacados como fatores limitantes o preço da tarifa e a distância ao terminal hidroviário e distância entre as residências e a localização dos portos.

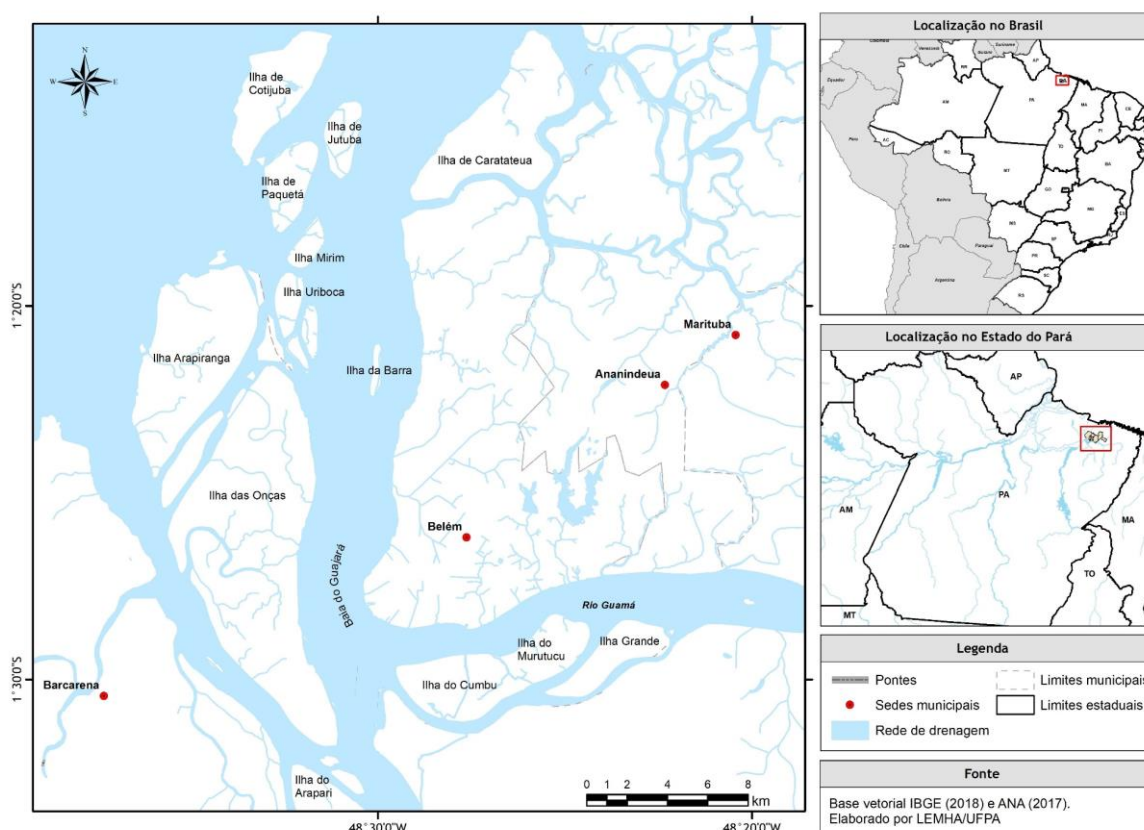
Desta forma, fica claro que embora existam fatores complexos que afetam as escolhas de transporte, tais como estilo de vida, atitudes e percepções; os modelos de deslocamento consideram variáveis quantitativas para explicar a escolha do modo. Há avanços importantes no estudo das percepções no contexto dos transportes, mas existem ainda muitas lacunas a serem preenchidas, principalmente no uso de modelos híbridos para fins preditivos, que incorporem fatores objetivos que permitam a avaliação de políticas relacionadas à segurança (Márquez, 2016).

Entendendo a relevância do transporte hidroviário ao longo do estuário amazônico e os problemas decorrentes da dinâmica hidrológica e climática característicos desta região, este trabalho tem por objetivo propor uma análise geoforens adaptada aos indicadores de ocorrências de acidentes ocorridos em ambiente aquático, e discutir o potencial dos agentes hidrometeorológicos de atuarem como causadores ou catalizadores do processo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O rio Guamá compõe uma relevante bacia hidrográfica (de mesmo nome) do nordeste do estado do Pará, que além de agregar a Região Metropolitana de Belém (RMB), representa o principal escoadouro desta em direção ao oceano Atlântico e em direção ao oeste do estado, abrangendo a interligação com o rio Amazonas (**Figura 1**). Adota-se como referência a capital do estado do Pará, Belém (01°27'20" Sul; 48°30'15" oeste), como área central da conexão do sistema de transporte modal implantado.

**Figura 1** - Mapa de localização da foz do rio Guamá no estado do Pará.



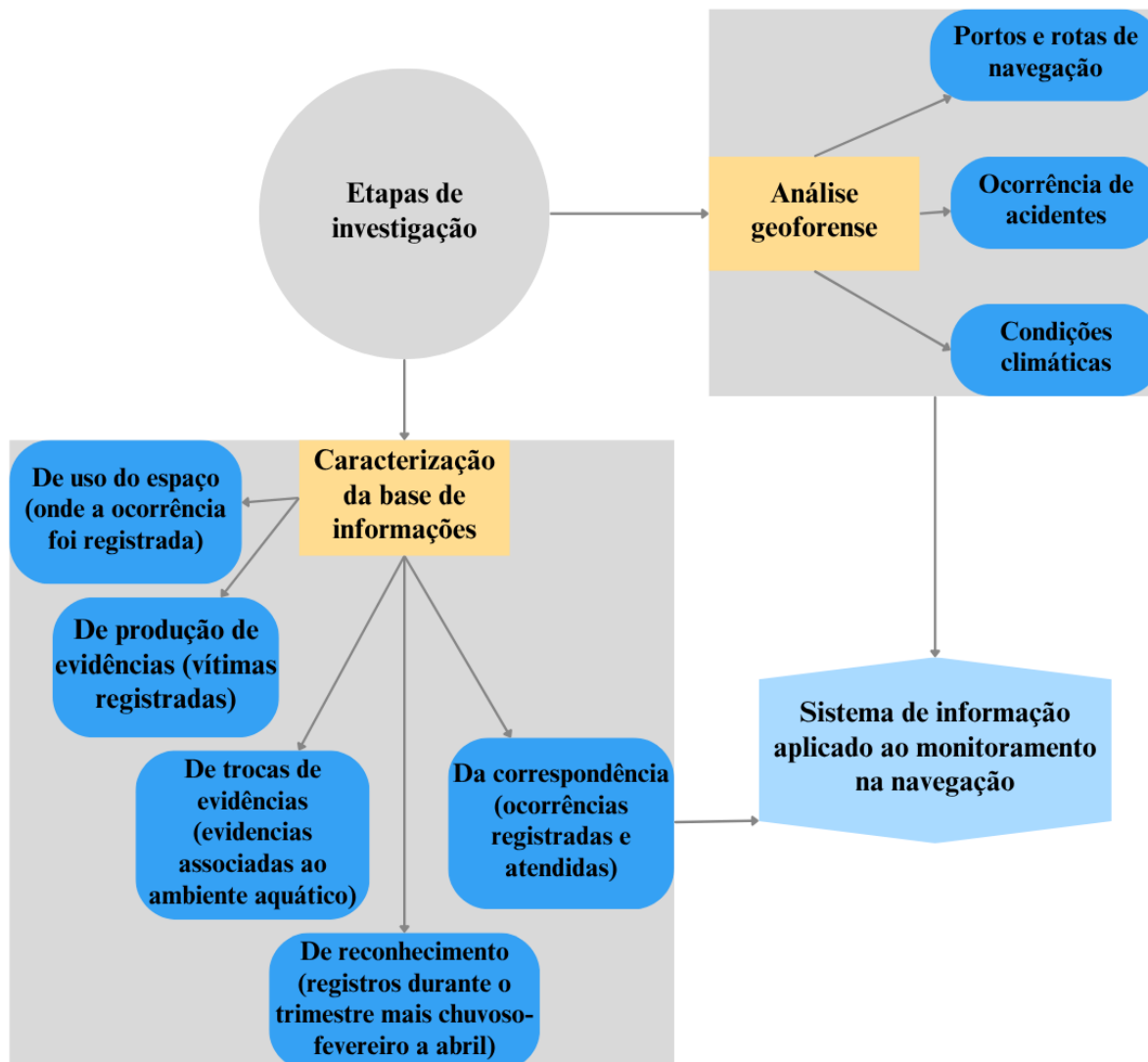
**Fonte:** Elaborado pelos autores.

O transporte hidroviário no estado do Pará ocorre segundo: 1) Linhas de Transporte Longitudinal de Passageiros Estaduais (interno ao estado); 2) Linhas de Transporte Longitudinal de Passageiros Interestaduais (alcance externo ao estado, com interligações); e 3) Linhas de Travessia (entre os cursos dos rios e canais) (ALEPA, 2023). A avaliação realizada incluiu apenas o transporte longitudinal de passageiros estaduais e as linhas de travessia centralizadas em torno do município de Belém.

A metodologia desenvolvida considera as experiências de Saab *et al.* (2013), Souza Júnior *et al.* (2015), Santos *et al.* (2016) e Gutierrez-Lopez (2022). Para a construção da abordagem de análise geoforense foram adaptados os procedimentos de Gomes e Lima (2022)

e Lima; Lima; Rocha (2023). A **Figura 2** resume as etapas executadas, destacando como principais pontos:

**Figura 2** - Fluxo de análise desenvolvido.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

(1) Caracterização da base de informações:

(1.1) Representação dos segmentos hidroviários e do contexto portuário, onde foram identificados os portos atuantes com transporte de passageiros no rio Guamá, considerando o trecho de navegação ribeirinha para as ilhas de maior visitação comercial e turística.

(1.2) Pesquisa das ocorrências de acidentes ocorridos neste segmento. Nesta etapa foi utilizado o Sistema de Estatísticas de Ocorrências do Corpo de Bombeiros do Estado do Pará (SISCOB) de 2013 a 2023. Na estrutura deste concentrou-se nas ocorrências vinculadas ao transporte aquaviário e cujo registro remete ao ambiente aquático.





(1.3) Investigação da influência de fatores climáticos na região, que possam ser interligados as condições de acidentes no meio aquático, envolvendo as variáveis de precipitação pluviométrica e de velocidade do vento que estão direcionadas à navegação.

(2) Análise geoforense, incluindo a associação as rotinas de monitoramento e preventivas, assim como as unidades de gestão vinculadas. Esta é composta pelas etapas de caracterização do espaço, de evidências, das trocas de evidências, do reconhecimento e de correspondência.

Além da base do SISCOB foram utilizadas as informações cartográficas oriundas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes a rede de drenagem e de logística (sedes municipais, limites municipais e informações político-administrativas ...).

Na caracterização das variáveis climáticas foram utilizados os dados de precipitação pluviométrica correspondentes ao imageamento realizado pelo Centro de Riscos Climáticos - InfraRed Precipitation with Station Data (CHIRPS), de 2001 a 2022; e de velocidade do vento do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) Climate Forecast System Reanalysis (CFSR), disponibilizado pelo Google Earth Engine (ee.ImageCollection["NOAA/CFSR"]).

Para caracterizar o comportamento sazonal das chuvas no município de Belém foi utilizada a estação Belém, códigos 00148002 (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, ANA) e 82191 (Instituto Nacional de Meteorologia, INMET), período de 1981 a 2022 (01°26'06" S; 48°26'16" W).

O **Quadro 1** apresenta a estrutura de Lima; Lima; Rocha (2023) para análise geoforense, esta modifica Gutierrez-Lopez (2022) objetivando a aplicabilidade diversa em várias situações. Visando analisar as ocorrências de acidente vinculadas à navegação, a leitura foi feita considerando: onde a ocorrência foi registrada; as vítimas registradas; as evidências associadas ao ambiente aquático; os registros durante o trimestre de fevereiro a abril (mais chuvoso); e as ocorrências registradas e atendidas.

**Quadro 1** - Elementos-chave de análise.

Elementos-chave	Descritivo
De uso do espaço (onde a ocorrência foi registrada)	Os agentes devem ser identificados segundo a sua natureza.
De produção de evidências (vítimas registradas)	O agente que produziu a evidência deve ser caracterizado.
De trocas de evidências (evidências associadas ao ambiente aquático)	Onde a evidência foi gerada.
De reconhecimento (registros durante o trimestre de fevereiro a abril – mais chuvoso)	Associada a possível identificação da causa.
Da Correspondência (ocorrências registradas e atendidas)	Atribuição de responsabilidades.

**Fonte:** Adaptado de Gutierrez-Lopez (2022) e de Lima; Lima; Rocha (2023).

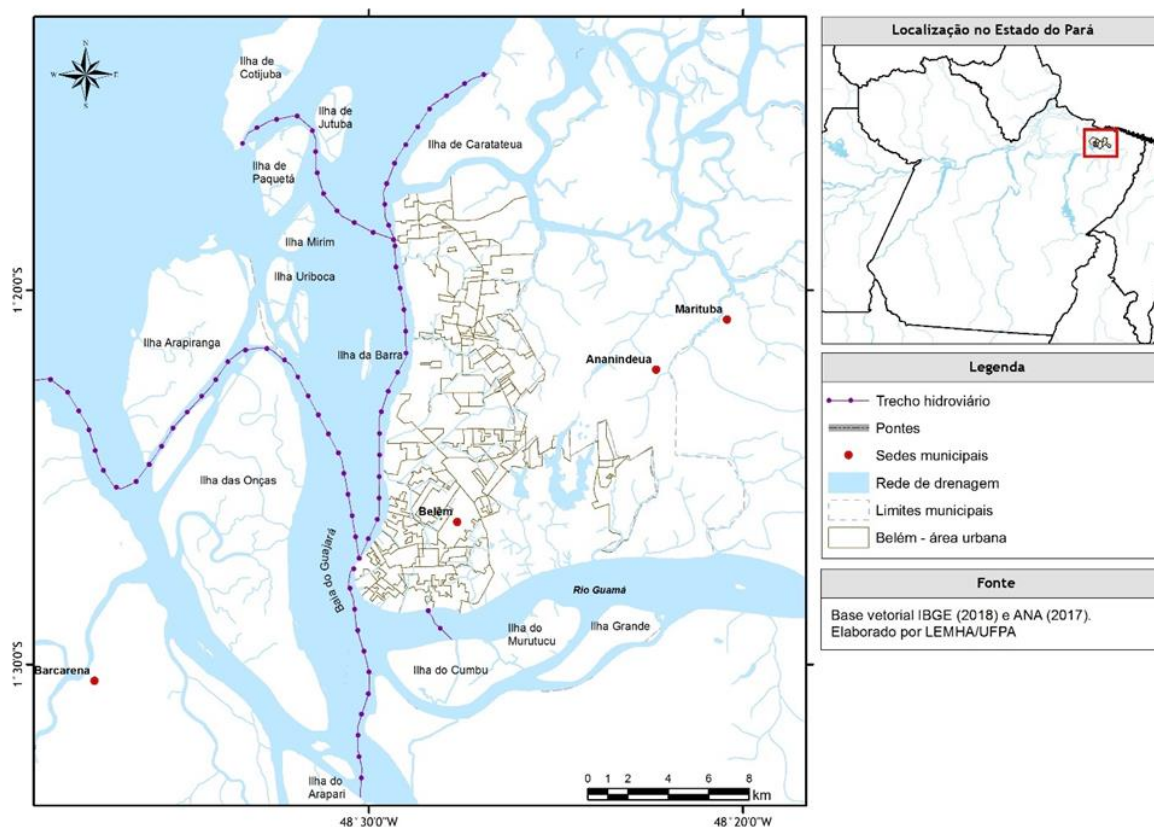
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Circulação hidroviária

A **Figura 3** apresenta as principais rotas de circulação hidroviária admitidas, sua identificação considerou a pesquisa realizada junto aos portos, documentos institucionais (CDP, 2017; ALEPA, 2023), além de consultas a documentos de investigação científica que abordam

a matéria (Aquino *et al.*, 2016; Borges; Moraes; Carvalho., 2020). Considerando a interligação com as ilhas que compõem o município de Belém, se observa um percurso que é paralelo a linha de costa e outro que cruza em direção ao estuário Amazônico, buscando a interligação com o rio Tocantins e com o rio Amazonas, incluindo o importante polo de ligação com a ilha do Marajó, que apresenta um fluxo diário que envolve um grande número de usuários.

**Figura 3** - Principais rotas de circulação hidroviária consideradas.



**Fonte:** Elaborado pelos autores com base na circulação hidroviária indicada em documentos institucionais. Informações adaptadas de CDP (2017) e ALEPA (2023).

Na avaliação do grau de exposição das pessoas que usam o transporte hidroviário aos eventos de origem climática é fundamental mapear os padrões, estes implicam na identificação dos trajetos e frequência de uso associada, além do perfil social envolvido. Onde desenvolve uma compreensão mais clara das fontes potenciais torna-se essencial para a concepção de estratégias que protejam a vida e os investimentos realizados pelo setor (Vörösmarty *et al.*, 2013). Porém, ainda se verifica uma expressiva incapacidade de estabelecer e detectar tais vulnerabilidades e sua quantificação, com a falta de um sistema que quantifique e integre os registros do setor de maneira a acompanhar sua evolução.

### Os Portos e os acidentes com o transporte hidroviário de passageiros

Utilizando diversas ferramentas, desde trabalhos de reconhecimento local ao emprego de sistemas de informação geográfica de acesso livre como o Google Earth, foram identificados

os portos localizados às margens do rio Guamá que realizam variadas formas de travessia no eixo da foz. Estes foram classificados segundo sua principal atuação.

A **Figura 4** apresenta o resultado com a discriminação de 35 portos, sendo 27 portos turísticos (e de travessia) que equivalem a 77% de todos os portos presentes ao longo do rio e 8 comerciais (23%).

**Figura 4** - Classificação dos portos avaliados na margem direita da foz do rio Guamá.



**Fonte:** Elaborado pelos autores com base nos levantamentos de campo.

Esta diagnose, é observada pelo registro da frequência de usuários, o termo turístico agrupa também as travessias gerais que são feitas diariamente por quem reside nas ilhas e trabalha no continente. Foi priorizada a margem direita da foz do rio Guamá pela sua relevância, pois interliga-se ao centro urbano de Belém, assim como por reunir portos com representatividade jurídica (com alguma forma de registro comercial).

No SISCOB foi realizada a separação por variáveis, onde foram priorizados: “Tipo Salvamento”, “Total de Ocorrências por Cidade”, “Total de Salvamentos por Tipo”, “Total de Salvamentos por Discriminação”, “Total de Ocorrências de Salvamentos por Característica do Local” e “Total de Vítimas por Afogamento”.

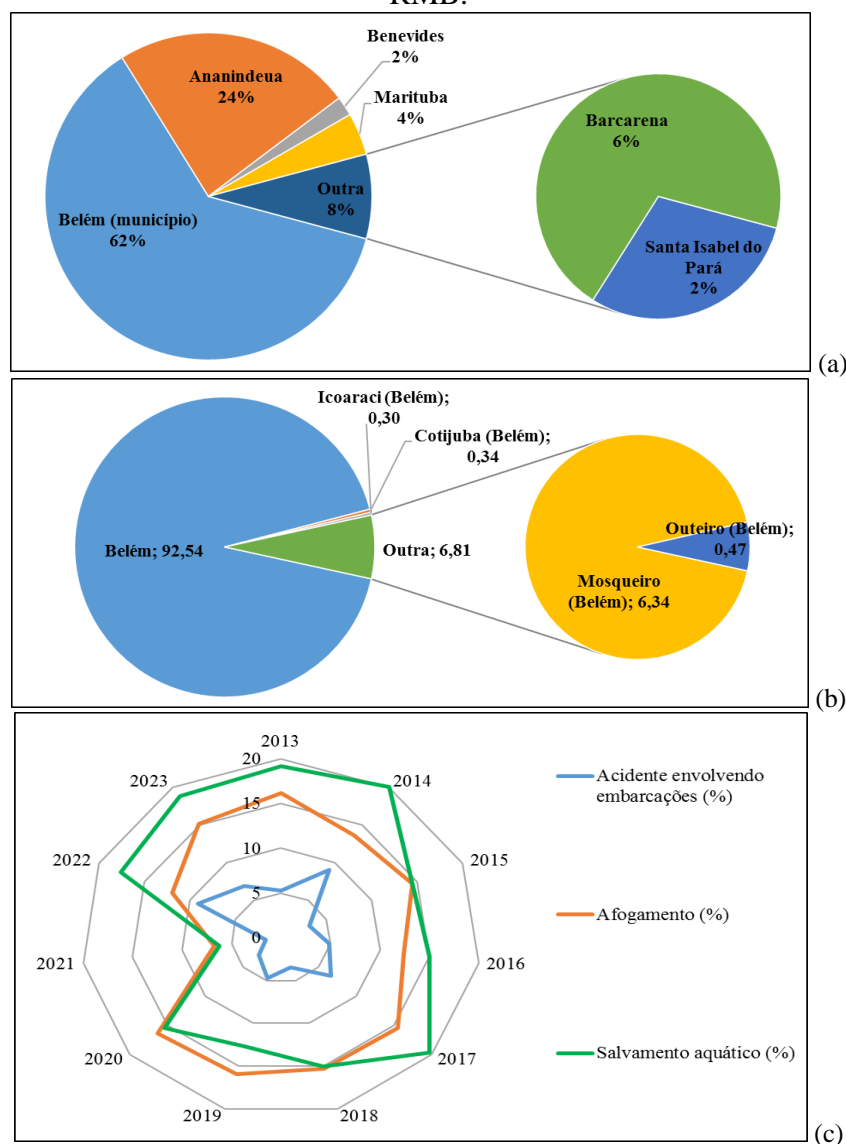
O uso do sistema tem limitações, pois não é registrada uma relação causa/efeito, como por exemplo: “o naufrágio ocorreu no rio em função das chuvas”. Assim, se priorizou o contexto do ambiente aquático, e a categoria afogamento inclui desde os intencionais (ocorrência criminal ou suicídio) aos que foram acidentais pela atividade de navegação.

A **Figura 5** apresenta os resultados globais obtidos por município da RMB, mostrando a participação principal de Belém (62%) nos registros de ocorrências (**Figura 5a**). Considerando apenas o município de Belém, cerca de 92,5% pertencem a parte continental e o restante se distribui nas ilhas de Mosqueiro, Outeiro e Cotijuba, com uma menor fração para o



distrito de Icoaraci (**Figura 5b**). Os acidentes envolvendo embarcações estão na faixa de 5% dos registros, e afogamentos em torno de 15% (**Figura 5c**).

**Figura 5** - (a) Ocorrências tipo “Salvamento” por município pertencente a RMB. (b) Distribuídas no município de Belém. (c) Percentual por ano considerando as classes de acidente envolvendo embarcações e afogamentos, assim como os salvamentos aquáticos na RMB.

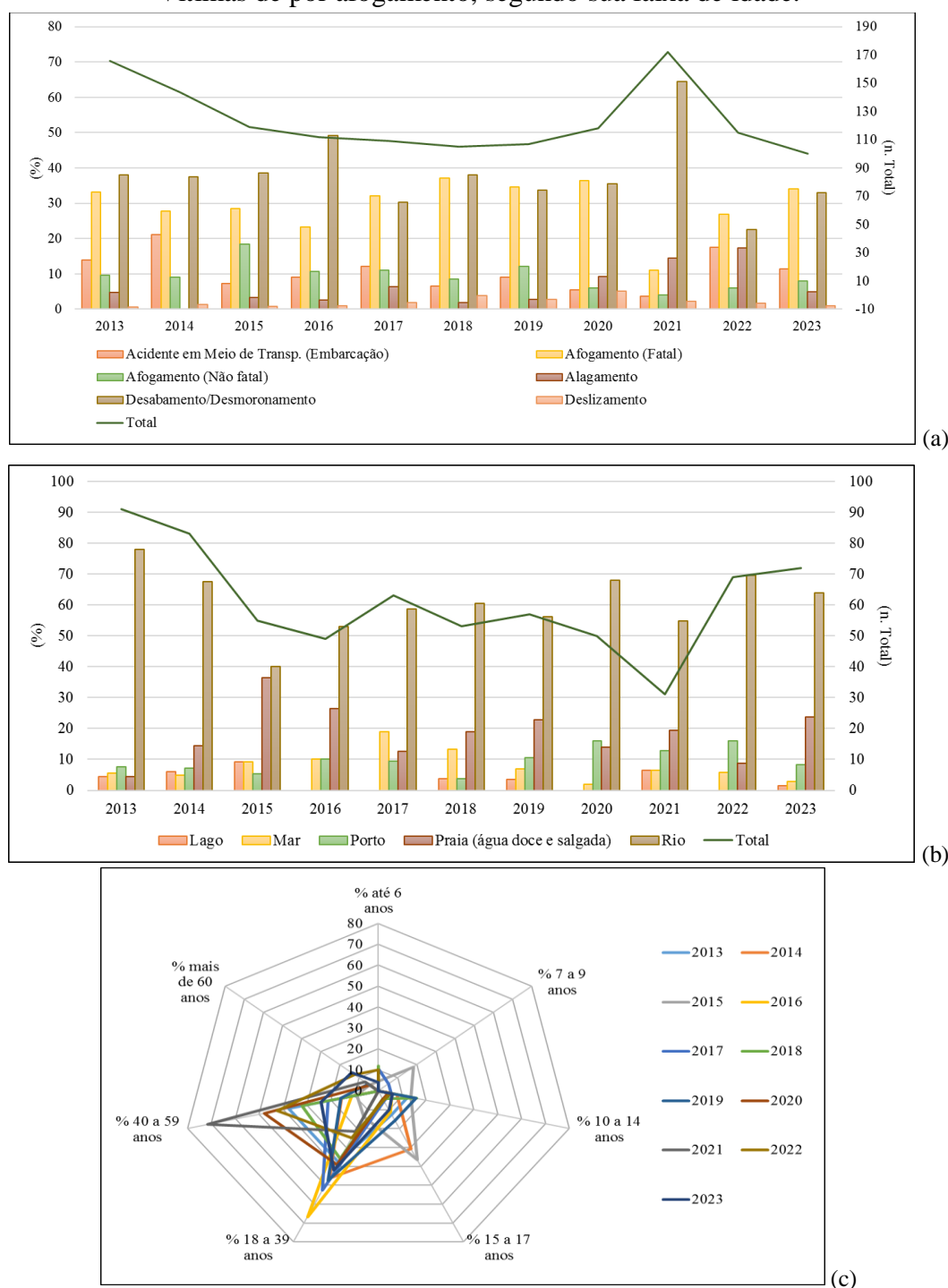


Fonte: Dados do SISCOB.

Nos municípios avaliados a categoria “desabamento/desmoronamento” concorre com as ocorrências de afogamentos, mostrando que nos últimos 10 anos existe uma manutenção entre 30 a 40% de ocorrências (**Figura 6a**). O ambiente fluvial (rio) é o dominante seguido do praial (**Figura 6b**), com a maior parte das vítimas de 18 a 59 anos (**Figura 6c**). Tais fatores reiteram um perfil social de pessoas em idade produtiva (que trabalham e/ou estudam) e que usam esta forma de transporte de maneira regular; assim como, o papel do rio Guamá neste processo, uma vez que se torna o principal meio de circulação, interligado a baía do Guajará.



**Figura 6 -** (a) Principais tipologias de ocorrências. (b) Ambiente natural envolvido. (c) Vítimas de por afogamento, segundo sua faixa de idade.



Fonte: Dados do SISCOB.

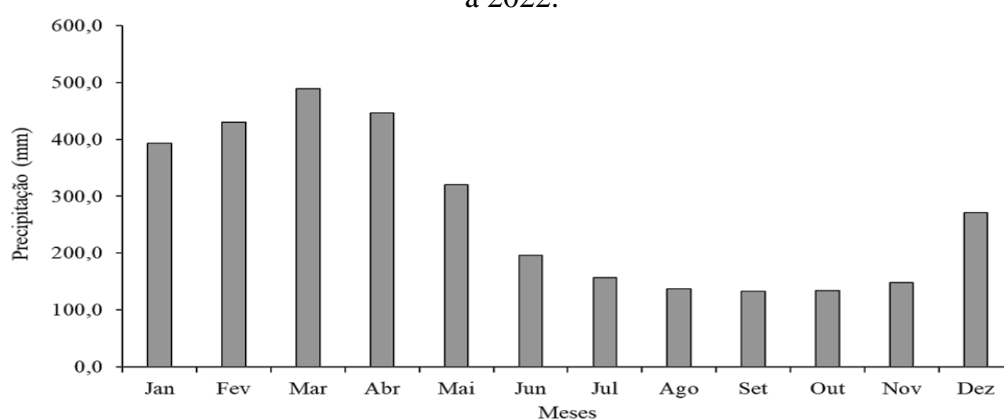
### Fatores Climáticos que influenciam na navegação

O município de Belém (PA) localiza-se numa região onde se acumulam as influências do regime fluvial e de marés, delimitada por uma extensa área de várzea urbanizada. O clima

da cidade de Belém caracteriza-se por ser tropical chuvoso, com um pequeno período apresentando precipitações inferiores a 60 mm mensais, a temperatura média mensal do ar é de 26°C, com máximas e mínimas variando entre 31,5 a 22 °C respectivamente. Essas altas temperaturas são originadas da grande quantidade de radiação solar disponível sobre essa região durante todos os meses do ano (Silva Junior *et al.*, 2013).

O comportamento da precipitação pluviométrica, segundo a estação Belém, códigos 00148002 (ANA) e 82191 (INMET), período de 1981 a 2022. Esta posiciona os meses de fevereiro a abril como o trimestre mais chuvoso, e o menos chuvoso de agosto a outubro (Figura 7, Tabela 1), com um acumulado anual superior a 3000 mm. A estação chuvosa corresponde a mais de 70% do total anual, e a menos chuvosa corresponde a menos de 30% do total anual (Santos; Mota; Rocha, 2014).

**Figura 7** - Comportamento da precipitação pluviométrica média mensal, no período de 1981 a 2022.



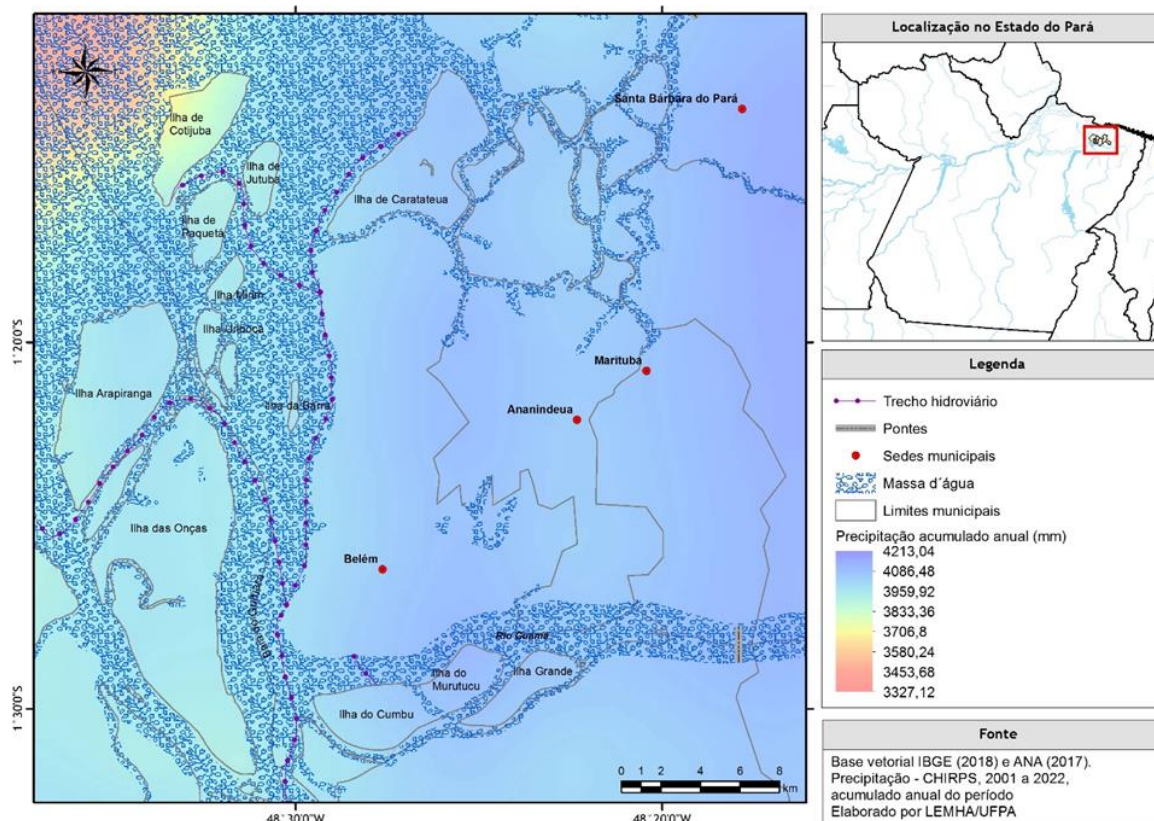
**Fonte:** Estação Belém, códigos 00148002 (ANA) e 82191 (INMET).

**Tabela 1** - Distribuição da média mensal (MM) da precipitação pluviométrica, no período de 1981 a 2022, e acumulado anual do período (AA).

MM (mm)												AA (mm)
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
393,4	429,5	489,0	446,5	320,1	196,3	156,7	137,7	133,0	134,5	148,3	271,1	3252,6

**Fonte:** Estação Belém, códigos 00148002 (ANA) e 82191 (INMET).

De forma geral, a precipitação em Belém é influenciada por inúmeros fenômenos atmosféricos: as Linhas de Instabilidades (LI's), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), o efeito de brisa e também pela convecção local, que representa um dos principais fenômenos responsáveis pela precipitação na época menos chuvosa da região (Cohen; Silva; Nobre, 1995; Souza *et al.*, 2009; Reibota *et al.*, 2010; Amanajás e Braga, 2012; Pontes *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2021). A Figura 8 apresenta a distribuição da precipitação obtida pelo CHIRPS (acumulado anual do período), indicando que as rotas fluviais estão concentradas em áreas de elevado volume anual de chuvas.

**Figura 8** - Comportamento da precipitação pluviométrica anual.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do Centro de Riscos Climáticos - InfraRed Precipitation with Station Data (CHIRPS).

O elevado índice pluviométrico de Belém (Moraes *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2009) também traduz a intensidade das chuvas. As variações observadas no período de 24 horas refletem vários aspectos, desde os globais aos locais que podem provocar um maior aquecimento da superfície ao nível do solo, maior convecção e, como resultado, em um aumento de chuvas por efeito local (Santiago *et al.*, 2011).

Como variáveis que intervêm no ambiente urbano de Belém, direta ou indiretamente, podem ser exemplificadas: a rápida substituição das áreas verdes, o crescimento da urbanização sem priorizar a qualidade ambiental, atividades humanas como o aumento da frota automobilística, impermeabilidade do solo e verticalização da cidade, principalmente ao longo da orla (Gartland, 2010).

A intensidade das chuvas é um elemento importante para controle dos riscos na navegação (**Tabela 2**). Conforme dados da CPRM (2014) o efeito da intensidade das chuvas x tempo de retorno indica que em um período de apenas 2 anos de recorrência, a chuva de 20 minutos supera o valor limite da precipitação considerado severo para Belém, de 67,1 mm/dia (Tavares e Mota, 2012).





**Tabela 2** - Intensidade da chuva em mm/h.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos). Intensidade da chuva em mm/h.		
	2 anos	5 anos	10 anos
5 Minutos	136,7	166,9	189,8
10 Minutos	104,5	127,5	144,9
15 Minutos	89,1	108,8	123,6
20 Minutos	79,1	96,6	109,8
30 Minutos	66,0	80,6	91,6
45 Minutos	54,1	66,0	75,0
1 Hora	46,4	56,6	64,4

**Fonte:** CPRM: Estação da ANA (Código 00148002), período de 1971 a 2014.

Assim como o efeito das chuvas intensas, a visibilidade (transparência do ar) pode influenciar a ocorrência de colisões, principalmente durante o período da noite, onde valores inferiores a 1 km podem ser classificados como “muito restritos” (Silva, 2012). Estes fatores no ambiente estuarino devem ser somados a influência do vento.

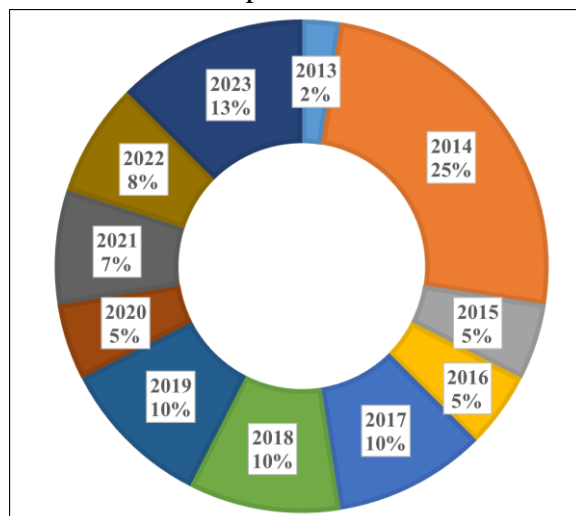
O estuário tem relação com o ambiente fluvial (do rio Guamá) e o oceânico (com a entrada do oceano Atlântico). O ambiente tratado é complexo pois representa a saída das águas em um único exutório dos rios Amazonas, Tocantins e Guamá; onde a ilha do Marajó marca uma intensa sedimentação, o que traduz a denominação para esta região também como delta Amazônico (Prance, 1980).

Desta forma, a complexidade grada desde as variáveis geomorfológicas às hidrometeorológicas e oceanográficas. Considerando o total das ocorrências de acidentes em meio de transporte tipo embarcação por ano, uma média de 9% ocorreu no período de fevereiro a abril, coincidindo com o período chuvoso (**Figura 9**).

De forma complementar, destaca-se que a Plataforma Atlas Digital de Desastres no Brasil (DADB), da Secretaria Nacional de Defesa e Proteção Civil (SEDEC) do Brasil apresenta que os eventos de desastres modulados pela ocorrência de extremos de precipitação representam aproximadamente 80% do total no estado do Pará, onde de fevereiro a maio ocorrem as maiores frequências, com o máximo anual em março (23% dos registros de desastres). Desastres devidos a vendavais são mais frequentes em agosto (9,2%), setembro (23,3%) e outubro (31,5%) (Souza *et al.*, 2024).

Para a navegação, conhecer a velocidade/direção do vento implica em evitar possíveis colisões ou naufrágios. Para saber se o vento está forte ou fraco, existe a Escala de Beaufort (km/h, m/s ou nós) que define sua intensidade indo de 0 a 12, sabendo que 0 é a calmaria e 12 é correspondente a um furacão (Barreto, 2019; Mendes, 2019).

**Figura 9** - Percentual das ocorrências de acidentes em meio de transporte tipo embarcação por ano.

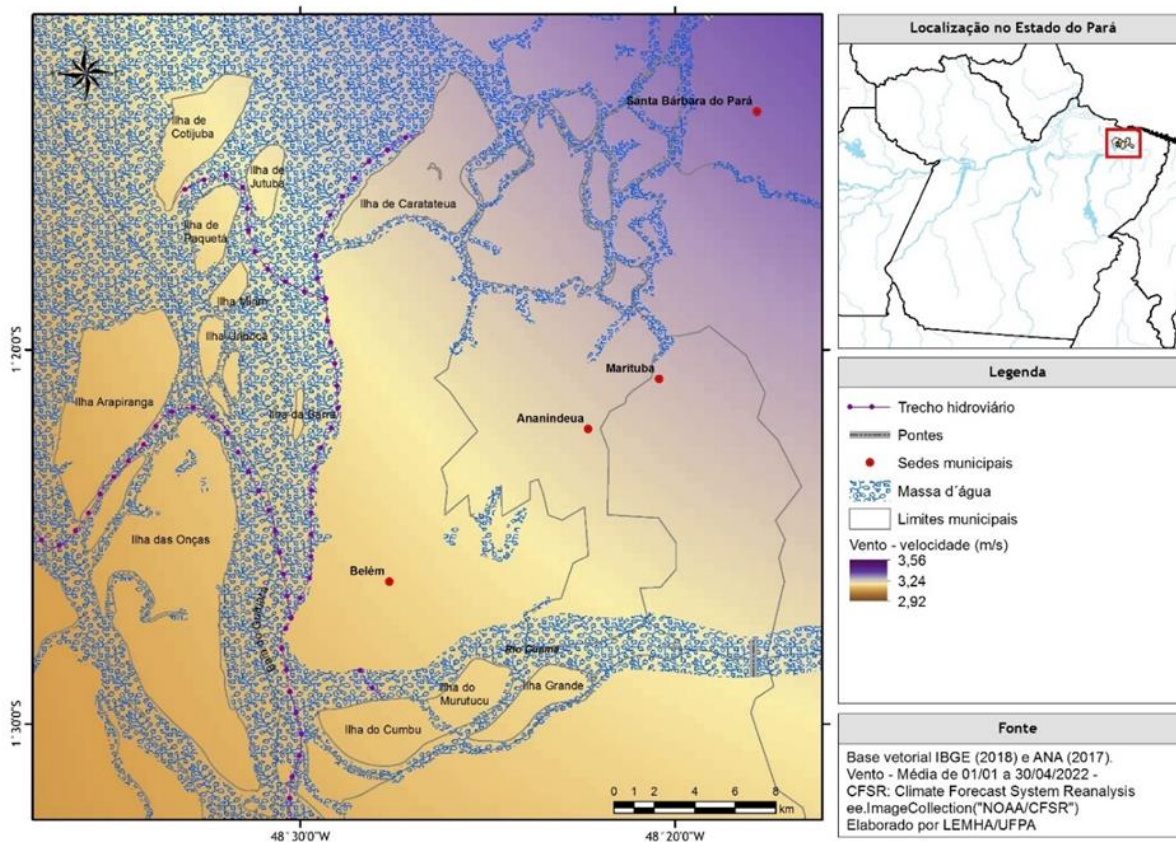


**Fonte:** Dados do SISCOB, de 2013 a 2023.

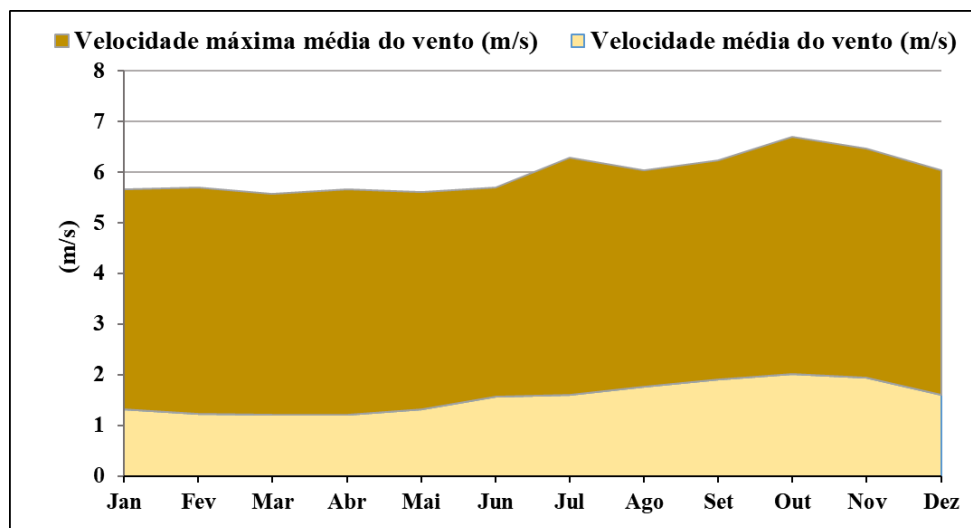
Em Belém ocorrem dois conjuntos principais de ventos, variando entre N-NE e ENE-ESE, que ao atingirem a superfície da água na baía do Guajará, formam ondas, que vão depender da velocidade, intensidade, tempo de duração e direção destes ventos em relação a configuração do estuário (CDP, 2017). Os maiores valores percentuais ocorrem de setembro a dezembro, com uma fase de crescimento de junho a setembro, com a maior movimentação de ar pelo período da tarde (Tork; Tibiriçá; Tibiriçá, 2017). As **Figuras 10 e 11** indicam uma variação de 1,2 a 2,01 m/s na velocidade média do vento e de 4,3 e 4,7 m/s na média da velocidade máxima.

Os valores médios gerados pelas estimativas calculadas pelo CFSR para o período de maior incidência de chuvas no ano de 2022, demonstram uma forte correlação de fatores nessa região, de interferência direta na navegação. Na correlação ventos/ondas, é esperado que ventos fortes produzam ondas altas, em geral longas (Fidelis, 2021).

Na navegação, as ondas de tempestades podem ser extremamente destrutivas, principalmente em regiões em que em determinadas épocas do ano as tempestades são constantes (Godoi e Harari, 2021). Considerando a Escala de Beaufort e o comportamento apresentado na Figura 10, em Belém predominam ambientes que variam de “Calmo” com valores inferiores a 0,3m/s (< 1km/h), até a “Brisa” (< 10 m/s).

**Figura 10** - Velocidade do vento, média de janeiro a abril de 2022.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) Climate Forecast System Reanalysis (CFSR).

**Figura 11** - Velocidade do vento de 1983 a 2012, média mensal.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário. Belém: Companhia das Docas do Pará (CDP, 2017).



## Diagnose do transporte hidroviário

A **Tabela 3** apresenta a análise integrada para avaliação geoforense das ocorrências associadas aos eventos registrados no SISCOB de 2013 a 2023. As principais observações são:

**Tabela 3** - Valores percentuais segundo os elementos de análise.

Elementos-chave		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
De uso do espaço	Lago	4,40	6,02	9,09	0,00	0,00	3,77	3,51	0,00	6,45	0,00	1,39
	Mar	5,49	4,82	9,09	10,20	19,05	13,21	7,02	2,00	6,45	5,80	2,78
	Praia (água doce e salgada)	4,40	14,46	36,36	26,53	12,70	18,87	22,81	14,00	19,35	8,70	23,61
	Rio	78,02	67,47	40,00	53,06	58,73	60,38	56,14	68,00	54,84	69,57	63,89
	Porto	7,69	7,23	5,45	10,20	9,52	3,77	10,53	16,00	12,90	15,94	8,33
De produção de evidências	Afogamentos: total de vítimas	3,19	5,18	8,76	7,17	7,57	9,96	7,57	9,16	5,58	15,94	19,92
De trocas de evidências	Acidentes em embarcações	13,86	21,08	7,23	9,04	12,05	6,63	9,04	5,42	3,61	17,47	11,45
	Afogamento fatal	33,13	27,78	28,57	23,21	32,11	37,14	34,58	36,44	11,05	26,96	34,00
	Afogamento não fatal	9,64	9,03	18,49	10,71	11,01	8,57	12,15	5,93	4,07	6,09	8,00
De reconhecimento	Acidentes associados - meses de fevereiro a abril	2,50	25,00	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	5,00	7,50	7,50	12,50
Da Correspondência	Acidentes em embarcações	5,24	8,97	3,09	4,90	6,56	3,50	4,76	2,95	1,55	9,15	6,86
	Afogamento	16,17	13,59	14,43	12,42	15,41	15,29	15,87	16,39	6,74	11,99	15,16
	Salvamento aquático	19,13	20,00	14,43	15,03	19,67	14,97	12,70	15,41	6,22	17,67	18,77



Aumento da intensidade da ocorrência →

- De uso do espaço (onde a ocorrência foi registrada): foram considerados os valores percentuais associados aos ambientes aquáticos e a portos.
- De produção de evidências (vítimas registradas): nesta admitiu-se o percentual total somente das ocorrências relativas a afogamentos.
- De trocas de evidências (evidências associadas ao ambiente aquático): as ocorrências relativas a afogamentos e acidentes com embarcações foram priorizadas.
- De reconhecimento (registros durante o trimestre de fevereiro a abril – mais chuvoso): para avaliar a probabilidade de influência no período chuvoso foram identificados os acidentes em meio de transporte tipo embarcação, ocorridos de fevereiro a abril de cada ano.
- Da Correspondência (ocorrências registradas e atendidas): retrata o percentual por ano considerando as classes de acidente envolvendo embarcações e afogamentos, assim como, os salvamentos aquáticos atendidos pelo corpo de bombeiros na RMB.

Como resultado observa-se que o ambiente fluvial é o de maior destaque, seguido do praial. Foram registrados afogamentos com ocorrências de fatalidades, com exceção do ano de 2014.

Os valores médios se distribuem durante o ano não havendo um pico durante o período de chuvas, porém observa-se em 45% do período analisado, valores superiores a 10% das ocorrências, com o atendimento via corpo de bombeiros tendo uma melhor cobertura de





registros para os casos de afogamento e salvamento aquático do que nas situações de acidentes de embarcações.

O panorama retratado reflete dois pontos: (1) a necessidade de maior investimento na identificação da real causa dos acidentes, uma vez que os mesmos não são registrados quanto ao agente causador; (2) e de maior atenção do poder público para o transporte fluvial, dada a sua demanda e frequência na região.

A dinâmica fluvial-estuarina influencia na identificação das ocorrências, uma vez que o efeito das correntes pode resultar em deslocamentos que dificultam a correta localização, principalmente nos casos de afogamentos, conforme discutido por Gomes e Lima (2022). A movimentação das águas altera o posicionamento das evidências, tanto pelo efeito da sazonalidade quanto da alternância das marés (Souza, 2006).

Quanto aos portos, foi observado um grupo que considera as condições climáticas da região, onde existe uma preocupação com a segurança dos passageiros. Todos os equipamentos de segurança exigidos estão de acordo com a legislação. E a comunicação do porto com a embarcação tem como suporte maquinário atualizado e procedimentos específicos para situações adversas que possam ocasionar acidentes, provocados seja por erro humano ou por influência dos fenômenos atmosféricos.

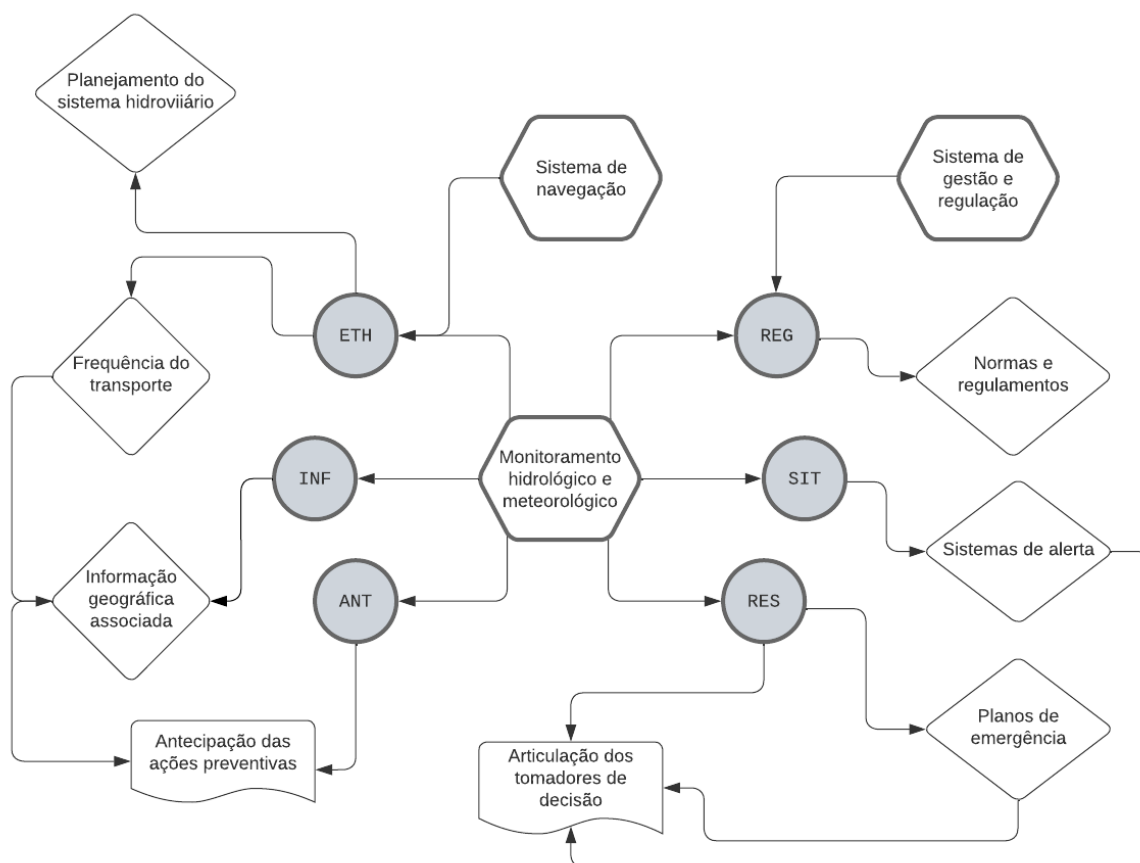
Porém, existe um outro grupo, que é bastante utilizado para o transporte diário de pessoas entre as ilhas que circundam Belém diariamente. Estes têm por característica a dificuldade de acesso as informações. A comunicação porto-embarcação precária, contando com uma infraestrutura variável, com o chão de terra e o local fechado. Existe uma dificuldade muito grande de levantar as características das embarcações, ocorrendo no geral com o excesso de cargas, tanto de pessoas como produtos, além de ambientes não adequados e mal higienizados. Foi possível observar que, só haviam coletes individuais, poucos para o número de pessoas a bordo. Conjunto a estes, havia os equipamentos de navegação como o GPS para traçar a rota e o sonar para localização das embarcações. Não havia quaisquer informações sobre as condições de tempo, mesmo cientes de que em algum momento sobre certas condições o pior poderia acontecer, colocando assim várias vidas em risco.

Tais fatores, tornam difícil o processo de investigação nos casos de acidentes, onde os inquéritos associados aos fatos da navegação (AFN) devem conter diligências e produção de provas necessárias para avaliar o ocorrido, possibilitando indicar as causas do evento (Santoro; Lima Neto; Garrido, 2018). Quanto mais precária for a estrutura da navegação, na relação porto-embarcação, menores são as chances de se conseguir elementos factuais que componham o processo, dada a perda das evidências.

A **Figura 12** representa a relação entre o monitoramento hidrometeorológico e a estrutura do transporte hidroviário, suas conexões com a geração de informação como subsídio aos sistemas de alerta, formulação de mecanismos de regulação, antecipação de ações e proposição de respostas. Em termos de limitações, destacam-se os seguintes aspectos: (1) a coleta deve ser feita para garantir a integralidade do transporte hidroviário; (2) bancos de dados comerciais, podem ser usados para complementar a coleta de dados; e (3) uma investigação aprofundada sobre as causas de vários acidentes hidroviários deve ser realizada combinando

dados de múltiplas fontes para melhorar mais especificamente a gestão da segurança na navegação (Wang et al., 2022).

**Figura 12** - Proposta de sistema de informação aplicado ao monitoramento na navegação, com enfoque para geração de informação hidrometeorológica. ETH - Estrutura do Transporte Hidroviário; INF - Informação; ANT - Antecipação; REG - Regulação; SIT - Sistemas de Alerta; RES - Resposta.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Do exposto, identifica-se que o monitoramento dos portos é fundamental para redução do risco associado à atividade de navegação nos rios e no estuário. Onde os desastres podem ter origem nos fenômenos naturais, tais como chuvas intensas e ventos fortes, ou antropogênicos associados a falhas humanas.

O conhecimento das causas de ocorrência destes desastres depende muito da frequência ou probabilidade de ocorrências, para se conhecer a trajetória do acidente em termos de tempo e espaço. Logo, torna-se importante tornar todos cientes dos perigos potenciais de acordo com o estado dinâmico do sistema estuarino; dando mais atenção aos fatores humanos e os organizacionais do transporte hidroviário (Wang *et al.*, 2016).

Os portos constituem áreas de trânsito que podem ser de caráter privado ou público, em ambos os casos existe a necessidade destes estarem adequados ao ambiente estuarino



amazônico, com suas particularidades ambientais e sociais, admitindo que “a estrutura espacial de um dado lugar deve ser considerada como sendo o resultado da interação de várias estruturas que subsistem indissociavelmente” (De Bortolo, 2021, pag. 114), trata-se de uma condição dinâmica, que deve acompanhar a evolução temporal, social e econômica presente, atentando para o incremento da demanda, o que acarreta em uma maior pressão pelo contínuo monitoramento para prevenção de riscos.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos alertam para a necessidade de regulação da navegação no estuário amazônico, voltada para gestão de riscos. Este é um ambiente de uso social tão frequente quanto o terrestre, e para a população residente nas ilhas do município, chega a ser único.

A frequência e intensidade dos fatores climáticos é monitorada principalmente por sensores remotos (satélites) e por estações locais que não conseguem dimensionar a real intensidade da distribuição de variáveis como chuva e vento. De tal forma, que a informação técnica não consegue ser traduzida e chegar as inúmeras embarcações de maneira rotineira, para nortear procedimentos de segurança internos.

No referente ao registro das ocorrências e investigação dos elementos motivadores, este procedimento deve ser ajustado, pois no SISCOB não consegue avançar para identificação dos agentes que causaram o óbito/acidente/perda, desta forma o processo investigativo fica prejudicado e não são configurados os cenários que motivam as ocorrências, não possibilitando a tomada de medidas preventivas.

A navegação no estuário amazônico é mais que uma vocação, é uma necessidade diária da população local, portanto deve ter atenção das políticas públicas de gestão de riscos e desastres e de gerenciamento costeiro, promovendo ações de monitoramento e de regulação, a serem cumpridas por todos, assim como, o fortalecimento dos órgãos de segurança pública para que o processo investigativo de acidentes seja mais eficaz e consiga fornecer informações seguras para gestão deste espaço.

## REFERÊNCIAS

- ABBATE, A. et al. CRHyME: a new model for geo-hydrological hazard assessment at the basin scale. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.**, 2023. <https://doi.org/10.5194/nhess-2023-15>.
- ALEPA. **Comissão temporária interna, de estudo e acompanhamento, para avaliar o transporte fluvial de passageiros no estado do Pará**. Belém: Assembleia Legislativa do Estado do Pará - ALEPA, 2023, 61p.
- AMANAJÁS, J. C.; BRAGA, C. C. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia Oriental utilizando análise multivariada **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, 2012.
- AQUINO, S. C.; BORGES, A. M.; TOSTES, M. E. L.; Moraes, H. B. Uma análise de custo entre o uso de um navio de passageiros comparativamente ao transporte público rodoviário na Região Metropolitana de Belém. **Revista SODEBRAS**, v. 11, p. 247-251, 2016. <https://www.sodebras.com.br/edicoes/N123.pdf>.



BARRETO, B. A Importância da inspeção naval para a prevenção de acidentes no mar. **Marítima Brasileira**, v. 139, n. 01-03, p. 199-209, 2019.

BORGES, A. M.; MORAES, H. B.; CARVALHO, M. V. G. S. A. Aferição de demanda de transporte hidroviário urbano: um estudo de caso na Região Metropolitana de Belém - RMB. In: TOBIAS, M. S. G. (Org.). **Terra do Mar Doce**: contribuições da Academia para a navegação na Amazônia. Belém: Fluxo Gráfica, 2020, v. 1, p. 161-180. <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220809829.pdf>.

CDP. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário**. Belém: Companhia das Docas do Pará - CDP, 2017, 323 p.

COHEN, J. C. P; SILVA DIAS, M. A F.; NOBRE C. A. Environmental conditions associated with Amazonian squall lines. **Monthly Weather Review**, v. 123, n. 11, p. 3163-3174, 1995.

CPRM. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias) - Belém Códigos 00148002 (ANA) e 82191 (INMET). Porto Alegre: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 2015, 12p.

DE BORTOLO, C. A. Discutindo o espaço público na cidade capitalista contemporânea: uma abordagem em seus diferentes conceitos na ciência geográfica. **Revista GeoUECE**, v. 4, n. 7, p. 103-125, 2021.

FIDELIS, T. O. **Tempestade de vento no Sul do Brasil: uma abordagem atuarial**. 2021. 51 f. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas - ICSA, Varginha, MG.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GODOI, S. S.; HARARI, J. Ondas no mar. In: HARARI, J. (Org.). **Noções de Oceanografia**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, 2021. cap. 12, p. 255-273.

GOMES, I. C. C.; LIMA, A. M. M. Geotecnologias aplicadas à análise pericial de casos de naufrágios e afogamentos na região costeira de Belém (Pará). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, p. 117-131, 2022.

GUTIERREZ-LOPEZ, A. Methodological Guide to Forensic Hydrology. **Water**, v. 14, 3863, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14233863>.

LIMA, I. C. P.; LIMA, A. M. M.; ROCHA, G. M. Forensic Analysis Applied to Flood Control in Urban Hydrographic Basins. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 2, e03176, 2023. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n2-029>.

MÁRQUEZ, L. Safety perception in transportation choices: progress and research lines. **Ingeniería y Competitividad**, v. 18, n. 2, p. 11-24, 2016.





- MENDES, M. V. O fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Marítima Brasileira**, v. 139, n. 1-3, p. 191-198, 2019.
- MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. A. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.
- PALMA E SILVA, A. A.; MORAES, R. C. M.; BARBOSA, C. L. O transporte aquaviário como alternativa de mobilidade urbana na Região Metropolitana de Belém-PA. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 15, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.5216/reec.V15i2.52809>.
- PONTES, M. L. C.; LIMA, A. M. M.; JÚNIOR, J. A. S.; SADECK, C. C. A. Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos alagamentos. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 49, 2017.
- PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Acta Amazônica**, v. 10, n. 3, p. 499-504, 1980. <https://doi.org/10.1590/1809-43921980103499>.
- REIBOTA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.
- SAAB, R. R. R.; RODRIGUES, M. G.; LINS, G. A. **Métodos para perícia ambiental forense**. Rio de Janeiro: SIRIUS, 2013, 242p.
- SANTIAGO, A. V.; RIBEIRO, V. C.; COSTA, J. F.; PACHECO, N. A. Variabilidade e intensidade das chuvas em Belém-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17, 2011, Guarapari. Anais ... Guarapari: Incaper, 2011.
- SANTORO, A. E. R.; LIMA NETO, P.; GARRIDO, R. G. A prova técnica no inquérito administrativo sobre acidentes e fatos da navegação. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 13, n. 2, p. 594-610, 2018. <http://dx.doi.org/10.5902/1981369429362>.
- SANTOS, J. S.; MOTA, M. A. S.; ROCHA, E. J. P. Classificação climatológica da energia potencial disponível para a convecção na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29(spe), p. 60-72, 2014. <https://doi.org/10.1590/0102-778620130040>.
- SANTOS, M. R. S.; VITORINO, M. I. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 5, p. 842-54, 2017. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2017>.
- SANTOS, M. R. S.; VITORINO, M. I.; PEREIRA, L. C. C.; PIMENTEL, M. A. S.; QUINTÃO, A. F. Socioenvironmental vulnerability to climate change: conditions of coastal municipalities in Pará State. **Ambiente & Sociedade**, 24, e01671, 2021. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200167r1vu2021L3AO>.
- SANTOS, S. H. M.; VITORINO, M. I.; SOUTO, J. I. O.; ROCHA, E. J. P. Acidentes com transportes hidroviários em ocasião de extremos meteorológicos. **Revista de Pesquisa Naval**, v. 1, p. 37-44, 2016.



SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F. Variabilidade espacial do conforto térmico e a segregação social do espaço urbano na cidade de Belém, Pa. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 4, p. 419 - 428, 2013.

SILVA, A. O. **Análise e previsão de visibilidade baixa no aeroporto de Maceió**. 2012. 142 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió.

SISCOB. **Estatísticas de Ocorrências**. Corpo de Bombeiros do Estado do Pará. 2021. Disponível em [www.siscob.bombeiros.pa.gov.br/estatistica/index.php](http://www.siscob.bombeiros.pa.gov.br/estatistica/index.php).

SOUZA JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, R. G. S.; AZEVEDO JR, P. C.; SANTOS, J. T. A. N. Análise de Acidentes com Embarcações em Rios da Amazônia Brasileira. In: SEMINÁRIO DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO HIDROVIÁRIO INTERIOR, Manaus, AM, 9, 2015.

SOUZA, E. B. et al. Intensification of Natural Disasters in the State of Pará and the Triggering Mechanisms Across the Eastern Amazon. **Atmosphere**, v.16, n. 1, p. 1-20, 2024. <https://doi.org/10.3390/atmos16010007>

SOUZA, E. B. et al. Precipitação sazonal sobre a Amazônia oriental no período chuvoso: observações e simulações regionais com o RegCM3. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 2, p. 111-124, 2009.

SOUZA, R. R. **Modelagem numérica da circulação de correntes de maré na Baía de Marajó e rio Pará (PA)**. 2006. 159f. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

TAVARES J. P. N.; MOTA, M. A. S. Condições termodinâmicas de eventos de precipitação extrema em Belém-PA durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 2, p. 207-18, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862012000200007>.

TORK, L. D.; TIBIRIÇÁ, A. C. G.; TIBIRIÇÁ, Á. M. B. Análise da ventilação natural conforme planos diretores: resultados de pesquisa em Belém, PA. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 1, p. 329-351, 2017. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100138>.

UVO, C. R. B.; NOBRE, C. A. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do nordeste do Brasil. Parte II: a influência dos ventos e TSM do Atlântico Tropical. **Climanálise**, v. 4, n. 10, p. 39-47, 1989.

VÖRÖSMARTY, C. J.; BRAVO DE GUENNI, L.; WOLLHEIM, W. M.; PELLERIN, B.; BJERKLIE, D.; CARDOSO, M.; D'ALMEIDA, C.; GREEN, P.; COLON, L. Extreme rainfall, vulnerability and risk: a continental-scale assessment for South America. **Phil Trans R Soc A**, v. 371, 20120408, 2013. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2012.0408>.



WANG, H; LIU, Z; LIU, Z; WANG, X; WANG, J. GIS-based analysis on the spatial patterns of global maritime accidents. **Ocean Engineering**, v. 245, 110569, 2022. <http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/17374/>.

WANG, Y.; ZIO, E.; FU, S.; ZHANG, D.; YAN, X. Some reflections on pre- and post-accident analysis for water transport: A case study of the Eastern Star accident. **European Safety and Reliability Conference**, Glasgow, United Kingdom. p. 127-133, 2016. <https://hal.science/hal-0134>.

## HISTÓRICO

**Submetido:** 31 de março de 2024.

**Aprovado:** 8 de setembro de 2025.

**Publicado:** 22 de dezembro de 2025.

## DADOS DO(S) AUTOR(ES)

### Jailson Corrêa Soeiro

Meteorologista, Universidade Federal do Pará (UFPA), 20243333. Colaborador no Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Geociências, Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Augusto Corrêa, 01, Setorial Básico, Guamá, Belém, Pará, Brasil, CEP: 66075-110.

**ORCID:** <http://orcid.org/0009-0006-1994-8987>.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/3970624125431610>.

**E-mail:** [jailson.soeiro@ig.ufpa.br](mailto:jailson.soeiro@ig.ufpa.br).

### Aline Maria Meiguins de Lima

Doutora, Universidade Federal do Pará (UFPA), 2007. Docente permanente da Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Geociências, Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Augusto Corrêa, 01, Setorial Básico, Guamá, Belém, Pará, Brasil, CEP: 66075-110.

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0594-0187>.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/6572852379381594>.

**E-mail:** [ameiguins@ufpa.br](mailto:ameiguins@ufpa.br).

### Ludmila Monteiro da Silva

Doutora, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2014. Docente permanente da Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Geociências, Belém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Augusto Corrêa, 01, Setorial Básico, Guamá, Belém, Pará, Brasil, CEP: 66075-110.

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0584-511X>.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/1565865589398547>.

**E-mail:** [ludmila@ufpa.br](mailto:ludmila@ufpa.br).

## COMO CITAR O ARTIGO - ABNT

SOEIRO, J. C.; LIMA, A. M. M.; SILVA, L. M. S. Geociências Forenses aplicada as ocorrências de acidentes com embarcações no estuário amazônico. **Revista GeoUECE**, Fortaleza (CE), v. 14, n. 26, e12789, 2025.