



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
EMBRAPA-UFPA-MPEG**

SUANNE HONORINA MARTINS DOS SANTOS

**ACIDENTES COM TRANSPORTES HIDROVIÁRIOS E OS
EXTREMOS METEOROLÓGICOS NO NORDESTE DA
AMAZÔNIA**

BELÉM

2015

SUANNE HONORINA MARTINS DOS SATOS

**ACIDENTES COM TRANSPORTES HIDROVIÁRIOS E OS
EXTREMOS METEOROLÓGICOS NO NORDESTE DA
AMAZÔNIA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias e Museu Paraense Emílio Goeldi, para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Física do Clima
Orientador(a): Prof^ª Dr^ª Maria Isabel Vitorino

BELÉM

2015

Transporte hidroviário
Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
(Biblioteca do Instituto de Geociências/UFPA)

Santos, Suanne Honorina Martins dos, 1984-

Acidentes com transportes hidroviários e os extremos meteorológicos no nordeste da Amazônia / Suanne Honorina Martins dos Santos. – 2015.

82 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientadora: Maria Isabel Vitorino

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2015.

1. Transporte hidroviário - Acidentes. 2. Meteorologia. 3. Hidrovias - Amazônia I. Título.

CDD 22. ed. 627.109811

SUANNE HONORINA MARTINS DOS SANTOS

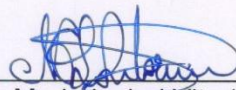
**ACIDENTES HIDROVIÁRIOS E OS EXTREMOS METEOROLÓGICOS NO
NORDESTE DA AMAZÔNIA.**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Área de Física do Clima.

Orientadora: Dra. Maria Isabel Vitorino

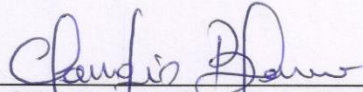
Data de aprovação: 30 / 03 / 2015

Banca Examinadora:



Orientadora

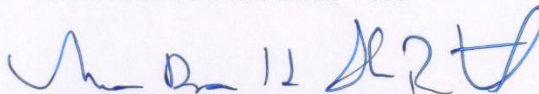
Dra. Maria Isabel Vitorino
Universidade Federal do Pará



Dr. Cláudio José Cavalcante Blanco
Universidade Federal do Pará



Dr. Edson José Paulino da Rocha
Universidade Federal do Pará



Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Universidade Federal do Pará

A minha família, minha ohana. Presente de Deus em minha vida.

Aos meus avós Hermínio e Honorina (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido o privilégio da educação, no experimento de cursar o mestrado, a Ele toda honra e glória.

A minha orientadora Profa. Dra. Maria Isabel Vitorino, por orar comigo, por compartilhar experiências, pelos conhecimentos repassados e ensinamentos que vou levar por toda minha vida.

Ao professor Edson Rocha, pelo compartilhamento do saber e motivação.

Aos professores da banca de defesa, pela atenção dispensada e avaliação justa e coerente.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal, pela bolsa concedida.

A minha família, mãe Sandra Martins, irmã Sâmela Dandara, minha dádiva dada por Deus Sophia Martins, Everton Lopes, tia Cléo, Jessicléia e primos, por entenderem minha ausência e acreditar nos meus sonhos, sempre perseverando por mim em suas orações.

Ao meu amor Jomar, por estar do meu lado, não me deixando desistir, sempre me dando força para continuar. Obrigada pelas emoções, por entender minha ausência e por relevar meu estresse.

Aos nobres colegas meteorologistas, os quais me consideram um deles, Flávio Soares pela dedicação em me fazer entender meteorologia, por não desistir e pelo carinho dispensado a mim.

Ao meu novo irmão Inayan Souto, por me tranquilizar quando tudo parecia cinza, com as suas soluções incríveis me mostrando o caminho menos árduo; Michel Germano, que mesmo distante sempre esteve disponível e pronto a ajudar.

Suzianny Salazar pela paciência e amizade. Aos demais colegas incríveis Luana Carrera, Marley Carréra, Ismael Furtado, Wagner Santos, Samyr Chebly, Victória Amorim e Andreza Dantas, pela amizade e companheirismo.

A Luciana Borges pela atenção, carinho, amizade e respeito para comigo.

A minha colega de turma Suzane Cerveira por estar simplesmente comigo neste processo de aprendizagem, amizade, luta e companheirismo.

Tentando não ser injusta em esquecer alguém, todos aqui listados fizeram as impossibilidades serem reduzidas com êxito. Muito obrigada.

“Esse rio é minha rua...”

(Paulo André Ruy Barata)

RESUMO

Este estudo analisou os acidentes com transportes hidroviários de passageiros e cargas no período de 2008 a 2013, em consequência dos extremos meteorológicos ocorridos no nordeste da Amazônia, geralmente com consequências graves a estrutura das embarcações e principalmente a perda de vida humana. Baseado em dados da Capitânia dos Portos da Amazônia Oriental, referente aos inquéritos sobre acidentes e fatos da navegação, pode-se caracterizar em que período esses acidentes mais ocorrem assim como a distribuição desses acidentes no tempo e no espaço, através de subáreas denominadas 1, 2 e 3, onde são classificados os acidentes mais comuns na subárea 1 do tipo naufrágio onde a bacia do Marajó se localiza com características de rios mais larga, na subárea 2 e 3 do tipo abalroamento onde as características morfológicas dos rios são mais estreitas, assim, além desses resultados obteve-se em relação a precipitação no período chuvoso (dezembro a maio) como sendo a maior responsável pelos acidentes ocorridos neste período que sofre forte influência de sistemas precipitantes como a Zona de Convergência Intertropical, Sistemas Convectivos de Mesoescala, Linhas de Instabilidade e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis e, no período menos chuvoso (junho a dezembro) o vento é tido como principal variável que ocasiona acidentes no modal hidroviário, principalmente por ocasião da intensificação dos ventos alísios de nordeste, que encontram uma atmosfera livre de instabilidade, os acidentes tendem a ocorrer com maior frequência no horário das 12 às 24 horas. Deste modo, com a climatologia da precipitação com dados do Instituto Nacional de Meteorologia, pode-se mostrar através da climatologia da precipitação da área de estudos, diminuição do quantitativo das subáreas mais adentro do continente. O vento no período menos chuvoso age com maior intensidade na subárea 1, o maior número de vítimas se concentra em crianças e adultos, sendo em sua maioria com homens. Foi apresentado ainda uma abordagem dos aspectos socioeconômicos baseados nos riscos inerentes as embarcações, com cascos de aço naval e madeira. Este último representa a realidade da Amazônia por possuir estrutura de mais fácil colapso e que acaba por vitimar o maior número de pessoas. Assim sendo, potencial ameaça a segurança da navegação de cargas e passageiros que leva em consideração particularidades socioeconômicas. Embora as embarcações com maior número de acidentes tenham sido os empurradores de balsas, construídos em aço naval. Neste sentido, o auxílio primordial da previsão do tempo na navegação pode reduzir o número de acidentes com embarcações hidroviárias, pois o desconhecimento das condições atmosféricas por parte daqueles que pilotam as embarcações é notoriamente precárias, em razão desse desconhecimento as chances de acidentes são elevadas, influenciando os aspectos socioeconômicos dos passageiros e proprietários das embarcações que navegam os rios pertencentes a baía do Marajó, rio Tocantins, rio Pará e rio Amazonas, que foram as hidrovias estudadas neste trabalho de dissertação.

Palavra-chave: Transporte Hidroviário – Acidentes. Meteorologia. Hidrovias – Amazônia.

ABSTRACT

This study analyzed the accidents with waterway transport passengers and cargo in the period 2008 to 2013, as a result of extreme weather occurring in the northeast Amazon, often with serious consequences the structure of vessels and especially the loss of human life. Based on data from the Flagship of the Eastern Amazon Ports, referring to the investigation of accidents facts of navigation, can be characterized in that period these accidents occur more and the distribution of these accidents in time and space, through sub-areas called 1, 2 and 3, where they are ranked the most common accidents in Subarea 1 type shipwreck where the basin of Marajó is located with features of larger rivers, in Subarea 2 and 3 of collision type where the morphological characteristics of rivers are narrower as well, in addition to these results was obtained in relation to rainfall in the rainy season (December to May) as the most responsible for accidents occurring during this period that suffers strong influence of precipitation systems as the Intertropical Convergence Zone, Mesoscale Convective Systems, instability lines and vortex of Advanced Levels and the less rainy season (June to December) the wind is regarded as the main variable that causes accidents in the waterway mode, especially during the intensification of the northeast trade winds, which are a free atmosphere of instability, accidents tend to occur more frequently in the time from 12 to 24 hours. Thus, with the precipitation climatology with the National Institute of Meteorology data, one can show through the climatology of the precipitation field of study, decreased quantity of deeper into sub-areas of the continent. The wind in the less rainy period acts with greater intensity in Subarea 1, the highest number of victims focuses on children and adults, mostly with men. It also presented an approach based on the socioeconomic aspects inherent risks of naval vessels with steel hulls and wood, the latter being the reality of the Amazon, which ultimately victims the more people and have more easily collapse structure, thus being potential threat to safety of navigation of cargo and passengers taking into account socioeconomic characteristics, although the vessels with the highest number of accidents has been pushers ferries built in naval steel. In this sense, the primary aid weather forecasting may decrease the favorable conditions for the occurrence of accidents with waterways vessels, because the lack of atmospheric conditions by those who pilot vessels is notoriously poor, because this lack of knowledge the chances of accidents are high, influencing the socioeconomic aspects of passengers and owners of vessels navigating the rivers belonging to the Marajó Bay, Tocantins, Pará and Amazonas river, which were the waterways studied in this dissertation.

Keyword: Waterway transport - Accidents . Weather. Waterways – Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Rede Hidroviária da Amazônia.	20
Figura 2: PREVBarco- Previdência Social 2012- Modelo de embarcação que serve a comunidade.....	22
Figura 3: Barco Abaré II- Projeto Saúde Alegria.....	23
Figura 4: Mapa de localização da área de estudo dos acidentes com transportes hidroviários	37
Figura 5: Mapa de localização dos acidentes com transportes hidroviários e estações pluviométricas ANA e INMET (2008-2013).	50
Figura 6: Ciclo diurno dos acidentes por hidrovias, devido aos extremos meteorológicos, durante 2008 a 2013.	51
Figura 7: Total de acidentes e as suas causas determinantes por subárea, durante o período de 2008 a 2013.	52
Figura 8: Total de vítimas fatais anuais, durante o período de 2008 a 2013.	53
Figura 9: Climatologias da precipitação de Soure-INMET (1961-2013) (a) e de Belém-INMET (1961-2013) (b) para representação subárea 1.	54
Figura 10: Climatologia da precipitação de Cameté- INMET(1970-2013) para representação da subárea 2.	54
Figura 11: Climatologias da precipitação de Breves - INMET(1969-2013) (a) e de Porto de Moz- INMET (1965-2013) (b) para representação da subárea 3.	55
Figura 12: Nível médio de maré em diferentes pontos de observação do marégrafo para as hidrovias estudadas.....	56
Figura 13: Sazonalidade do total de acidentes hidroviários (a), durante o período de 2008 a 2013 e a climatologia da precipitação para Belém (b).	57
Figura 14: Climatologia do vento horizontal na superfície(1984-2014) para representação da área de estudo.	58
Figura 15: Mapa da localização sazonal dos acidentes hidroviários no período de 2008 a 2013. (a) Dezembro, Janeiro, Fevereiro; (b) Março, Abril, Maio; (c) Junho, Julho, Agosto e (d) Setembro, Outubro, Novembro.	59
Figura 16: Variabilidade sazonal dos acidentes hidroviários para cada ano do período de 2008 a 2013.	60
Figura 17: Anomalia da precipitação mensal para as subáreas 1,2, e 3, e seus respectivos tipos de acidentes hidroviários no período de 2008 a 2013.	62

Figura 18: Distribuição diária do vento horizontal na superfície para a subárea 1 no período de 2008 a 2013 (azul – período chuvoso; vermelho-período menos chuvoso).....	63
Figura 19: Total e percentual de vítimas fatais por sexo, relacionados com os acidentes no período de 2008 a 2013.	64
Figura 20: Total e percentual de vítimas fatais por faixa etária dos passageiros (2008-2013).64	
Figura 21: Total e percentual de embarcações com vítimas fatais, devido os acidentes por transportes hidroviários (2008-2013).	65
Figura 22: Tipos de cascos das embarcações envolvidas nos acidentes no período de 2008 a 2013.	66
Figura 23: Imagens do satélite GOES-12 no Canal Infravermelho, realçada para o dia 18/02/2011 às 22:30 Z (19:30 hora local) (a) e recorte da imagem (a) para o estado do Pará (b)	69
Figura 24 – Precipitação horária (mm/3h), acumulado de 3 horas para o período das 18 às 21 horas local para 18 de fevereiro de 2011. (NCEP/NOAA).	69
Figura 25: Vento horizontal a superfície (direção e velocidade) em 18 de fevereiro de 2011. (NCEP/NOAA).....	70
Figura 26: Imagens do satélite GOES-12 no Canal Infravermelho, realçada para o dia 07/09/2009 às 18:00 Z (15 horas local) (a) e recorte da imagem (a) para o estado do Pará (b)	71
Figura 27: Vento horizontal a superfície (direção e velocidade) às 15 horas local do dia 7 de setembro de 2009. (NCEP/NOAA).	72
Figura 28: Evolução conjunta do nível de maré e a velocidade do vento para o caso II.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Uma matriz de consequência de acidentes em hidrovía	43
Tabela 2: Uma matriz de frequência de ocorrência de acidentes em hidrovias	44
Tabela 3: Caracterização dos riscos	44
Tabela 4: Níveis de riscos estimados a partir de dados de acidentes com embarcações de aço e de madeira.....	45
Tabela 5: Percentual de acidentes por hidrovias com causas determinantes relacionadas com os acidentes sem definição (60%) e com definição física (40%) do fenômeno meteorológico pela CPAOR, durante o período de 2008 a 2013.	47
Tabela 6: Período de ocorrência do ENOS e dos acidentes hidroviários para 2007 a 2013, conforme o IOS do Centro de Previsão Climática (CPC/NOAA) (EN-El Niño, La Niña – LN, N – Normal, A – percentual dos acidentes).....	48
Tabela 7: Número e tipos de acidentes hidroviários, e a subárea correspondente, durante o período de 2008 a 2013	49
Tabela 8:Riscos de segurança para embarcações, obtido do método de probabilidade para os transportes com cascos de madeira e aço (2008 a 2013).....	67

LISTA ABREVIATURAS

AB- Alta da Bolívia

ANA- Agência Nacional de Águas

ANTAQ- Agência Nacional de Transportes Aquaviários

CPAOR- Capitania dos Portos da Amazônia Oriental

CPTEC- Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos

DHN- Diretoria de Hidrografia e Navegação

DOL- Distúrbios Ondulatórios de Leste

ENOS- El Niño Oscilação Sul

ENOS- El Niño Oscilação Sul

GOES- Satélite Geoestacionário de Operações Ambientais (sigla em inglês)

I- Imprudência

IAFN- Inquéritos Administrativos sobre Acidentes e Fatos da Navegação

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia- INMET

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ISAIM- Investigação de Segurança dos Acidentes e Incidentes Marítimos

LI- Linhas de Instabilidade

LIP- Linhas de Instabilidade de Propagação.

NASAREH- Navegação por Satélite por Recurso Hipermídia

NCEP/NCAR- National Centers for Environmental prediction National Center for Atmospheric Research

NOAA- National Oceanic and Atmospheric administration

NORMAM-09/DPC- NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA/ Diretoria de Portos e Costas.

NPA- Não foi possível apontar

ODP- Oscilação Decadal do Pacífico

OMJ- Oscilação Madden- Julian

SCM- Sistema Convectivo de Mesoescala

SCM- Sistema Convectivo de Mesoescala

SF- Sistemas Frontais

TSM- Temperatura da Superfície do Mar

TSM- Temperatura Superficial do Mar

V.O- Ventos fortes e ondas altas

VCAN- Vórtice Ciclônico de Altos Níveis

ZCAS- A Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCAS- Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT- Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1. JUSTIFICATIVA	18
2. OBJETIVOS	19
2.1. Geral	19
2.2. Específicos	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1. Importância do transporte hidroviário	20
3.2. Tipos de acidentes e Tipos de Embarcações	24
3.3. Tipos de embarcação e causas de acidentes	25
3.3.1. Definição de acidentes e fatos da navegação	26
3.3.2. Acidentes com transportes hidroviários e aspectos socioeconômicos.....	27
3.4. Caracterização Climática	29
3.4.1. Sistemas Meteorológicos Precipitantes	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1 Área de estudo primária	36
4.2 Material	38
4.2.1. Dados de Acidentes	38
4.2.2. Dados Hidrometeorológicos, observacionais de superfície e de altitude	38
4.2.3. Dados socioeconômicos	39
4.3 Métodos	39
4.4 Seleção dos estudos de casos	40
4.5 Climatologia dos dados meteorológicos.....	41
4.6 Análise de imagens de satélite	42
4.7 Análise dos riscos socioeconômicos	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	46

5.1 Análise Geral dos Acidentes e dos Extremos Meteorológicos	46
5.1.1.Escala Anual	47
5.1.2.Escala Sazonal	56
5.1.3.Análise dos Aspectos Socioeconômicos dos Acidentes	63
5.2 . Estudos de Casos	68
5.2.1.Caso I: Período chuvoso	68
5.2.2.Caso II: Período menos chuvoso	71
6. CONCLUSÃO	74
6.1. Gerais	74
6.2. Específicas	75
REFERÊNCIAS	76
ANEXOS	83

1 INTRODUÇÃO

O sistema Amazônico de navegação fluvial é o mais importante sistema hidroviário do Brasil, através deste modal existe grande movimentação de passageiros e cargas, interestaduais fragmentados em diversas linhas fluviais, ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários), (2013). Por ter um grande número populacional situado às margens dos rios que servem como rotas de navegação e, por não haver alternativas de locomoção, na maioria dos casos, o meio de transporte hidroviário tem relevante importância para a rede hidroviária na Amazônia.

É comum no estado do Pará os moradores de comunidades ribeirinhas e empresas de navegação, utilizarem barcos como fundamental meio de transporte de passageiros e cargas. As embarcações fluviais são bastante comuns na região, fazendo viagens que duram alguns dias na maioria das vezes, servindo de deslocamento para o provimento de atenção às várias necessidades como saúde, compras, mudanças, comercialização de seus produtos, educação, assim como para as empresas de navegação fluvial, são transportadas toneladas de madeiras, alimentos, cargas como eletrodomésticos, eletrônicos, combustíveis, veículos, grãos, minérios e outros.

As condições de extremos meteorológicos observados no nordeste do estado do Pará, oferecem riscos para a navegação, tais como: chuvas fortes, rajadas de vento, baixa visibilidade e ondas agitadas. Essas embarcações são precárias, não dispõem de equipamentos eletrônicos e nem equipamentos de salvatagem como coletes salva-vidas e botes, mesmo mostrando tendência de substituição de embarcações que são inseguras, essa substituição ainda é uma realidade distante, pois essas embarcações nem sempre provêm de empresas de navegação fluvial, que fazem viagens com elevado valor econômico agregado, pois possuem capital maior, em contra partida há embarcações de ribeirinhos que não possuem se quer o devido registro nos órgãos fiscalizadores, fatos como esses geram vulnerabilidade nas condições de extremos meteorológicos, que fazem com que as embarcações expostas a esses eventos tenham danos sérios a estrutura e a vida humana.

O clima na Amazônia é um dos mais dinâmicos da América do Sul, sendo modulado por sistemas meteorológicos que atuam em diversas escalas, dentre eles temos a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (UVO, 1989), o qual atua na escala sinótica sendo um importante modulador da precipitação no período chuvoso da região, definindo a qualidade do período chuvoso.

As Linhas de Instabilidade (LI) (COHEN, 1995), são sistemas que tem grande influência da precipitação, atuando na escala de meso e, tem grande importância para a convecção local no período menos chuvoso, esse sistema atua em geral durante a estação menos chuvosa na região amazônica e, tem seu desenvolvimento basicamente iniciado pelas brisas marítimas. Segundo Cohen (1989) as LI produzem cerca de 45% da chuva que precipita no leste paraense.

A penetração de sistemas frontais durante o verão do hemisfério sul, causa grande instabilidade para o sul da Amazônia, esse distúrbio de alta frequência (Andrade e Cavalcanti, 2004) organiza a precipitação e intensifica a convecção, provocando intensos episódios de precipitação (OLIVEIRA, 1986). Kousky e Ferreira (1981) estudaram a influência dos sistemas frontais sobre a Amazônia e, constataram a importância que esses sistemas têm sobre a região norte do país.

Mesmo durante o período menos chuvoso a precipitação na Amazônia não cessa, apenas tendo uma diminuição, durante esse período a precipitação tende a ser mais localizada e, geralmente tem origem devido ao aquecimento diferencial entre superfícies, os efeitos das circulações de brisas se apresentam mais proeminentes durante o período menos chuvoso na região (KOUSKY, 1980; COHEN, 1995).

Além de sistemas meteorológicos, a anomalia das águas superficiais do pacífico sul tem se demonstrado em diversos estudos como um importante modulador do clima na Amazônia. (WALKER, 1981) Em seus primeiros estudos demonstrou a coincidência entre o aquecimento anômalo das águas do pacífico e as secas no nordeste. Episódios de El Niño Oscilação Sul (ENOS) afetam diretamente o clima na Amazônia e, de acordo com a intensidade do evento pode interferir na vazão das águas dos rios, fazendo com que haja diminuição da precipitação ou aumento em ano de La Niña. (GRIMM *et al.*, 1998; GRIMM *et al.*, 2000; ROPELEWSKI; HALPERT, 1987).

Carvalho, Jones e Liebmann, (2004). Outra característica influenciadora da precipitação no período chuvoso é a Oscilação Madden Julian, atuante com a ZCIT, interfere também na modulação das ZCAS. Os estudos em relação a Oscilação Decadal do Pacífico ainda são tímidos, mas, percebeu-se tendência de redução de precipitação na passagem da fase fria para a quente. (CLARK *et al.*, 1995; MARENGO, 2004). Os Vórtices Ciclônicos de Altos níveis ou VCANS, influenciam na precipitação do Norte e do Nordeste, com mais frequência de dezembro a fevereiro, com baixo tempo de vida. É importante, levar em consideração a Alta da Bolívia que em interação com a ZCAS contribui para as chuvas também do Norte, a

ZCAS é uma banda de nebulosidade que vem de noroeste para sudeste, que interage com outros sistemas tropicais, com atividade típica no verão, porém, não no inverno. (KOUSKY, 1988;ROCHA; GANDU, 1996).

Os Distúrbios Ondulatórios de Leste(DOL),intensifica os sistemas meteorológicos como os SCMs, sua ação é fundamental na modulação da convecção nos eventos originados no oceano, mesmo não tendo uma atuação tão conhecida na América do Sul, porém, como sistema de precipitação precisa ser citado, (BARBOSA, 2005). Outro organizador da convecção são os CCMs, sendo responsáveis também pela maior parte de precipitação nos trópicos.

A Amazônia destaca-se na América do sul como uma das regiões com mais intensa atividade convectiva e, devida a grande parte de sua população utilizar o meio hidroviário como meio de transporte de pessoas e cargas, o número de acidentes em decorrência de condições meteorológicas extremas é expressivo e as condições atmosféricas podem ser fatores determinantes para que ocorram acidentes com as embarcações. Neste sentido o monitoramento e a previsão de tempo e do clima passa a ser de fundamental importância para o sucesso da navegação nas hidrovias, tornando- se assim, um fator condicionante para a segurança da navegação. Neste sentido, este trabalho investiga os acidentes por transportes hidroviários de cargas e passageiros, relacionados com as condições de extremos meteorológicos no estado do Pará e suas consequências socioeconômicas aos usuários dos rios da Amazônia.

O trabalho apresentado está organizado em seis capítulos. O capítulo 1 mostra a introdução e a justificativa da pesquisa; o 2, a descrição dos objetivos geral e específico; o capítulo 3 apresenta a fundamentação teórica sobre a importância do transporte hidroviário, os tipos de acidentes e os tipos de embarcações, além dos aspectos socioeconômicos; o capítulo 4 aborda material e métodos utilizados na pesquisa, seguido do capítulo 5 de resultados e discussões e finalmente o capítulo 6 com as conclusões.

1.1. JUSTIFICATIVA

Os rios do Pará são importantes para os meios de transportes da região e movimentação da economia, concentrando 60% da rede hidroviária nacional, com uma média de 14,5 milhões de passageiros que navegam pelos rios que compõe a bacia amazônica, segundo o relatório executivo da ANTAQ (2013). Neste contexto, os acidentes hidroviários estão cada vez mais crescentes, seja por falta de segurança, a partir da ação humana (imperícia, imprudência, falta de manutenção, problemas mecânicos e estruturais, excesso de passageiros e de cargas) e/ou da natureza (condições extremas meteorológicas), que geram prejuízos socioeconômicos, podendo até provocar a morte das pessoas que ocupam essas embarcações. Logo, torna-se fundamental esta pesquisa, devido ao amplo entendimento sazonal e espacial dos acidentes hidroviários por causa dos extremos meteorológicos de precipitação e vento, abordados através dos seus aspectos quantitativos e qualitativos. Contudo, espera-se que este estudo dos acidentes com embarcações hidroviárias no nordeste da Amazônia, devido aos extremos de tempo, colabore para a prevenção e redução dos riscos dos acidentes, com passageiros e cargas.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Este trabalho visa caracterizar através dos estudos de casos acidentes com transportes hidroviários de cargas e passageiros, provocados por extremos meteorológicos e seus aspectos socioeconômicos.

2.2. Específicos

- Contabilizar as variáveis associadas aos acidentes com transportes hidroviários e relacioná-los com os extremos meteorológicos;
- Analisar os aspectos socioeconômicos em face dos riscos dos acidentes com transportes hidroviários;
- Caracterizar as condições dos extremos meteorológicos associadas aos estudos de casos dos acidentes, durante o período chuvoso e menos chuvoso.

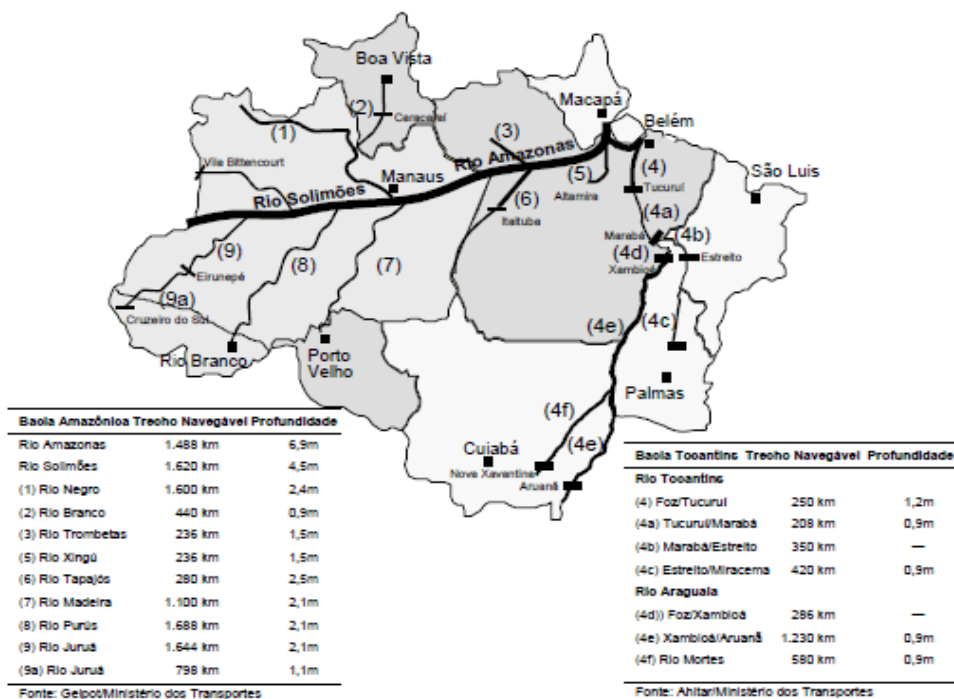
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Importância do transporte hidroviário

Na história da humanidade é notável que o ser humano utilizasse pequenas embarcações marítimas e fluviais, para seu deslocamento, comercialização de seus produtos, busca de independência e descoberta de novas terras. O transporte hidroviário marítimo e/ou fluvial é um dos mais importantes modais para a indústria e a logística no Brasil.

Os rios reúnem as condições ideais para este tipo de transporte. Com uma área de 1.253,164 km², 1.049,903 km² desta são da bacia amazônica e 169,003 km² pertencem a bacia do Tocantins, o volume de água que corresponde a 1/5 da disponibilidade mundial de água doce, a Amazônia possui 25.000 km de vias fluviais, sendo navegáveis cerca de 16.000 km, o que corresponde a 60% da rede hidroviária nacional (são eles: o Negro, o Solimões, o Amazonas, o Branco, o Juruá, o Madeira e o Purus). Os principais portos públicos são: Manaus, Belém, Porto Velho, Macapá e Santarém (BNDES, 1998). A Figura 1 apresenta o mapa e as características dos rios das Bacias Amazônica e Tocantins.

Figura 1: Rede Hidroviária da Amazônia.



Fonte: BNDES (1998).

Cecatto (2002), diz que o modal aquaviário é fundamental para promover e integrar o país interna e externamente. Afinal, são oito bacias com 48 mil km de rios navegáveis, reunindo, pelo menos, 16 hidrovias e 20 portos fluviais. Entre 1998 e 2000, 69 milhões de toneladas foram movimentadas. Modernizado e adequado às exigências de um mundo globalizado, o transporte marítimo pode diminuir distâncias internas e ser decisivo na consolidação do Mercosul, além de aumentar o comércio com os demais continentes.

Carmo Filho *et al.*, (2006), o transporte fluvial tem particularidades distintas do restante do território brasileiro. E não é para menos, na época de cheia dos rios, é possível contar com uma malha hidrográfica com até 80.000 Km de vias navegáveis, Pinto *et al.*, (2011). Uma margem de segurança tranquila para a passagem de embarcações maiores, de transportes de cargas, de navegação mista e de passageiros como é o caso dos enormes transatlânticos que passeiam pelos grandes rios da Amazônia.

Novaes (2004), afirma que o transporte hidroviário diz respeito a todos os tipos de transporte efetuados sobre a água. Nesse âmbito estão os transportes fluviais, lacustres e marítimo. Keedi & Medonça, (2000), dizem que, o transporte hidroviário tem um custo menor se comparado ao rodoviário; reduzido consumo de combustível; grande capacidade de transporte; melhores condições de segurança, gerando menores índices de avarias; e menor impacto ambiental. Este modal é indicado por características vantajosas como as já citadas, mesmo assim, são transportes que tem vulnerabilidade sob a influência de variáveis climáticas.

Como as embarcações hidroviárias passam a ser um meio de transporte comum na região, os usuários ficam à mercê desse tipo de acontecimento enquanto navegam nos rios da Amazônia.

Chopra e Meindl (2011), a principal vantagem do transporte hidroviário é o custo, já que os custos operacionais são baixos, como os navios têm uma capacidade relativamente grande, os custos fixos podem ser absorvidos pelos grandes volumes. Com isso a facilidade de se transportar por um baixo custo com este modal é uma vantagem frente aos outros modais de transportes, as embarcações possuem essa vantagem pois embutem seus custos diretamente nos produtos que estão transportando.

Babadópulos(2004); Galvão (1996) expõe, “quando comparadas às diversas modalidades de transporte, o modal hidroviário é o mais recomendado para movimentação de cargas com alta densidade de volume e/ou cargas por longas distâncias, pois geram baixo custo por unidade transportada”. A modalidade aquaviária, requer que as hidrovias tenham

capacidade de transporte superiores aos dos demais modais para ser economicamente viável, ou seja, que transportem um grande volume de carga nos dois sentidos, estas cargas devem ser específicas para esse tipo de transporte, pois necessitam de um espaço maior para serem armazenadas, nesse sentido os combustíveis líquidos, carvão, cereais, minérios e veículos são os mais indicados.

Algumas dessas cargas transformam-se em cargas com grande potencial de perigo na ocorrência de acidentes, como no caso de cargas que provoquem derramamento de óleo causando impactos ambientais em grande proporção.

Sem muitas diferenças o transporte hidroviário na Amazônia é de fundamental importância para a região, pois os rios que aqui existem são as estradas das comunidades que ali vivem, essas pessoas utilizam as embarcações como fundamental meio de transporte.

O transporte hidroviário tem servido sem dúvidas para os processos de desenvolvimento, integração e manutenção dos rios, no que diz respeito a serem as principais rotas de escoamento dos estados que não possuem caminhos de rodovias em condições trafegáveis favoráveis.

Sendo o principal modo de desenvolvimento da economia amazônica, não apenas no que é notório o escoamento das grandes empresas em mineração, assim como grãos, madeira e outros. Mas como também para os ribeirinhos, que são em geral pequenos produtores rurais, que comercializam seus produtos nas capitais ou nas cidades mais próximas ou até mesmo longínquas, assim como servem também para, transportes escolares, barcos hospitais e de atendimentos sociais.

Figura 2: PREVBarco- Previdência Social 2012- Modelo de embarcação que serve a comunidade.



Fonte: Blog da Previdência Social.

Figura 3: Barco Abaré II- Projeto Saúde Alegria.



Fonte: site http://empreendedorsocial.folha.blog.uol.com.br/arch2011-10-30_2011-11-05.html

Constata-se desta forma que o transporte fluvial é utilizado de maneira intensa, seja pela população por âmbitos comerciais e domésticos, seja pelas empresas de navegação com transportes de cargas e passageiros, dessa maneira é importante pensar no transporte fluvial como um potencial investimento socioeconômico, já que este faz parte do dia a dia do povo que habita ou utiliza os rios amazônicos.

Patrício (2007), afirma que, “além de constituir um estímulo para atividades industriais, comerciais e turísticas, o transporte fluvial incorpora novos aspectos sociais e ambientais, ao desempenhar um importante papel para o desenvolvimento sustentável da região, preservando a identidade cultural e fortalecendo a rede de socialização das comunidades e de seus povos”.

O processo pelo qual foi dada a ocupação da região amazônica foi originado pela disposição da rede hidrográfica, a qual tem o rio como caminho natural, como principal meio de subsistência para a população local, que retira dos rios seu sustento. Essa população embora em minoria (isso não significando que é irrelevante para o Estado) contribui para a economia, com geração de renda através da comercialização de seus produtos ou, compra de outros produtos que são livremente comercializados nessas regiões.

3.2. Tipos de acidentes e Tipos de Embarcações

De acordo com Ferreira (2000) a via navegável está sujeita a uma gama relativamente grande de tipos de acidentes e a frequência deles depende de outra gama não menor de fatores, para acidentes ocorridos na Bacia Amazônica existe grande dificuldade de informações e dados estatísticos confiáveis sobre acidentes, ainda segundo Ferreira (2000), que apresenta diversas definições para caracterização dos acidentes.

Os acidentes interessantes a esse trabalho são aqueles que são fundamentalmente ocasionados pelas condições de extremos meteorológicos, onde as mais conhecidas, descritas nos inquéritos da Capitania dos Portos órgão fiscalizador e responsável pela perícia em caso de acidentes, descrevem os dos tipos:

- Desconhecido: onde atribui-se a caracterização de desconhecidos aos acidentes para os quais o respectivo inquérito não forneça subsídios que permitam esclarecer a natureza do acidente;
- Colisões: é definido como sendo a colisão da embarcação contra qualquer obstáculo fixo ou móvel na via, podendo ou não resultar em danos ao casco, aos equipamentos de bordo e à tripulação;
- Emborcamento: entende-se por emborcamento de uma embarcação a situação em que o fundo do casco fica situado verticalmente acima do convés da superestrutura, devido à perda total da estabilidade de flutuação, segundo Babadópulos *et al.*, (1990);
- Encalhe: é definido como sendo a colisão do fundo da embarcação com o leito de navegação, tendo como consequência a parada involuntária, com ou sem danos ao casco e/ou tripulação,
- Queda na água de tripulante ou passageiro: é considerada toda e qualquer queda na água de tripulante ou passageiro, tendo como consequência a morte da vítima, estando a embarcação em movimento ou atracada. Em geral apenas quando houver vítimas fatais é quase que se estabelece o inquérito.

Os acidentes com mais relevância neste trabalho, merecendo destaque são os acidentes caracterizados pelas circunstâncias de extremos meteorológicos que contribuíram para tal acidente.

3.3. Tipos de embarcação e causas de acidentes

As embarcações hidroviárias são classificadas em embarcações de pequeno, médio e grande porte. Abaixo estão identificadas de acordo com o seu porte. NORMAM-09/DPC-Diretoria de Portos e Costas.

- Canoas e rabetas: embarcações de pequeno porte é uma embarcação leve a remo(s) ou a vela, algumas com motor de popa (rabetas). De formas finas com popa chanfrada, ou na forma da proa, geralmente com guarnição, para o motor de popa e uma ripa com suporte para pequena- armadoria para vela Babadópulos *et al.*, (1990);
- Botes de pesca: pequenas embarcações de alumínio, madeira ou fibra destinadas à pesca de pequeno porte ou pesca esportiva. Principalmente em função do lazer, tais embarcações são muito comuns na região amazônica;
- Comboios de empurra: conjunto de embarcações formado por uma ou mais chatas alinhadas no sentido de comprimento e/ou da largura e um empurrador. Os comboios de empurra são utilizados no transporte de cargas, na sua maioria, representadas por grãos e combustível;
- Desconhecida: atribui-se a caracterização de desconhecida à embarcação de um acidente cujo inquérito não fornecia subsídios a esclarecer o tipo da embarcação envolvida no sinistro;
- Lanchas de recreio: embarcações miúdas velozes, comumente utilizadas em esportes náuticos e outras atividades de lazer;
- Alvarenga ou pontão: os dois nomes podem se referir à uma plataforma flutuante sem propulsão;
- Barcaça: barco motorizado com convés amplo e pouco casario;
- Cargueiro: navio utilizado no transporte de carga variada, podendo possuir de um a quatro porões, localizados à popa da embarcação;
- Chata: barco de serviço, utilizado em águas tranquilas por ter pouca navegabilidade, podendo ou não ser motorizado, nos rios da Amazônia são conhecidas como balsas;
- Pesqueiro: Embarcação de pequenas dimensões,
- Rebocador: equipado com motor muito potente, é utilizado para dar assistência a navios em dificuldades, guiar e auxiliar na atracagem, alguns destes são usados como empurrador das chatas.

Segundo o NORMAM-09/DPC- Diretoria de Portos e Costas:

- Condição de tempo: é atribuída a condições de tempo a acidentes causados pela ação de ventos e ondas excepcionais, nos quais o condutor ou a tripulação não puderam ser responsabilizados pelo ocorrido, neste trabalho é a causa que será abordada;
- Desconhecidas: é atribuída a caracterização de desconhecida à causa de acidentes para os quais o respectivo inquérito não fornecia subsídios a esclarecer a causa do acidente;
- Imprudência/ Imperícia: caracteriza os casos em que o acidente é ocasionado por imprudência, negligência ou pela falta de capacitação técnica, sejam essas por parte do condutor ou tripulação da embarcação, ou pelos operadores de eclusas,
- Má adequação e Conservação da via: atribuí-se, à adequação ou conservação da via a causa de todo aquele acidente ocasionado por mau estado de conservação ou adequação da via navegável, sendo essa a razão única ou não do acidente.

3.3.1. Definição de acidentes e fatos da navegação

Segundo o NORMAM-09/DPC, as ocorrências descritas nas Normas da autoridade marítima para IAFN (Inquéritos Administrativos sobre Acidentes e Fatos da Navegação) e para a ISAIM (Investigação de Segurança dos Acidentes e Incidentes Marítimos), consideram Acidentes de Navegação como sendo:

Naufrágio, encalhe, colisão, abalroação, água aberta, explosão, incêndio, varação, arribada e alijamento:

I) naufrágio – afundamento total ou parcial da embarcação por perda de flutuabilidade, decorrente de embarque de água em seus espaços internos devido a adernamento, emborcamento ou alagamento;

II) encalhe – contato das chamadas obras vivas da embarcação com o fundo, provocando resistências externas que dificultam ou impedem a movimentação da embarcação;

III) colisão – choque mecânico da embarcação e/ou seus apêndices e acessórios, contra qualquer objeto que não seja outra embarcação ou, ainda, contra pessoa (banhista, mergulhador etc.). Assim, haverá colisão se a embarcação se chocar com um corpo fixo ou flutuante insusceptível de navegar ou manobrar, tal como: recife, cais, casco soçobrado, boia, cabo submarino etc;

IV) abalroação ou abalroamento – choque mecânico entre embarcações ou seus pertences e acessórios;

V) água aberta – ocorrência de abertura nas obras vivas que permita o ingresso descontrolado de água nos espaços internos, ou a descarga de líquidos dos tanques, por rombo no chapeamento, falhas no calafeto, ou nas costuras, por válvulas de fundo abertas ou mal vedadas, por defeitos nos engaxetamentos dos eixos, ou qualquer falha ou avaria que comprometa a estanqueidade da embarcação;

VI) explosão – combustão brusca provocando a deflagração de ondas de pressão de grande intensidade;

VII) incêndio – destruição provocada pela ação do fogo por: combustão dos materiais de bordo, ou sobre as águas, em decorrência de derramamento de combustível ou inflamável, curto-circuito elétrico, guarda ou manuseio incorretos de material inflamável ou explosivo;

VIII) variação – ato deliberado de fazer encalhar ou por em seco a embarcação, para evitar que evento mais danoso sobrevenha;

IX) arribada– fazer entrar a embarcação num porto ou lugar não previsto para a presente travessia, isto é, que não seja o porto ou local de escala programada ou de destino,

X) alijamento – é o ato deliberado de lançar n'água, no todo ou em parte, carga ou outros bens existentes a bordo, com a finalidade de salvar a embarcação, parte da carga ou outros bens.

3.3.2. Acidentes com transportes hidroviários e aspectos socioeconômicos

Os barcos na Amazônia são os meios de transportes mais comuns, viáveis economicamente e eficazes em termos de tempo. Sendo esses o fundamental meio de transportes da região, proporcionam mobilidade dos habitantes. São usados em praticamente todas as necessidades de locomoção para fora das comunidades. Uma vez que são os que melhor se adaptam as condições de cargas e passageiros e a operacionalidade dos rios, sendo estes, vias de acesso. (SCHWEIGHOFER, 2007) Transporte fluvial é um modo de transporte ambientalmente amigável, eficiente em termos de custo e, sua semelhança com outros modais é que também tem que lidar com eventos climáticos que afetam as condições de navegabilidade.

A maior dificuldade para a movimentação de passageiros na Amazônia segundo a ANTAQ (2013) é o transporte regular. A maioria das embarcações não possui sistemas com tecnologias adequadas, (CEVNI, 2009) em caso de redução de visibilidade, devido ao nevoeiro, chuva, neblina ou por outros motivos, as embarcações são convidadas a navegar por radar. Essa não é a realidade da navegação na Amazônia, pois os barcos atuantes na navegação ainda possuem cascos de madeira ou aço com idades superiores a dezenas de anos, que após reformas adquirem uma nova idade.

Os acidentes com transportes aquaviários podem se revelar antieconômico se não forem integrados a eficiência e segurança (PADOVEZI, 2003). Os riscos de acidentes são eminentes, principalmente pela precariedade das embarcações e de sua estrutura em comportar pessoas e cargas, perdendo-se a preocupação pela segurança com esse transporte, assim como, a superlotação, umas das causas mais comuns nos transportes realizados por barcos. Na ocasião do acontecimento de eventos extremos, os acidentes se tornam bastantes comuns, torna-se muito caro as adaptações das embarcações as vias navegáveis em detrimento da segurança, o que inviabiliza a atividade econômica, se isso acontecesse os custos com passagens se elevariam e as pessoas que dependem desse modal seria prejudicada, visto que ainda é um transporte de baixo custo, (ANTAQ, 2013. p.100).

Nesse processo, a ocorrência de acidentes de navegação, se juntam a outros fatores como a falta equipamentos de salvatagem, coletes salva-vidas e botes, fazendo com que os passageiros na ocasião dos acidentes não tenham chance de salvamento.

Via de regra, a abordagem dos elementos relativos ao assunto de segurança na navegação leve em conta: a via navegável, os terminais de operação, a embarcação em si, a sistemática de reparos e manutenção a material flutuante e, os recursos que atuam na atividade. Estes se referem aos operadores de sistemas de transposição, de manutenção de via, de avaliação de suas condições de navegabilidade, dos estaleiros e oficinas dos portos e os da embarcação, que constituem a tripulação. É por tanto, uma visão sistêmica, pois é da interação desses elementos que podem resultar na ocorrência de atos ou eventos que levam a um acidente. No caso da Amazônia, no transporte de pessoas, há que acrescentar, também, o passageiro por seu comportamento em determinadas condições, Nazaré(1993, p.78).

Souza *et al.*, (2008) explica que, “logo, o que presenciamos são misturas de passageiros e bagagens espalhadas nas poltronas, corredores o que pode ser fatal em casos de acidente, onde pessoas brigam pela sobrevivência e podem ser surpreendidas por bagagens ou cargas em geral”.

Analisando mais a fundo a situação está carga se não for controlada pode ocasionar sérios problemas de estabilidade na embarcação devida diversos fatores como marolas, vento forte e manobras, que pode ocasionar até mesmo naufrágios, com perdas humanas. Assim, num evento extremo, a disposição dos passageiros e cargas, podem ser cruciais no salvamento, pois devido tais eventos influenciam na estabilidade das embarcações, o que citaremos nesse estudo é quais são os elementos que interferem nessa instabilidade.

Os transportes hidroviários oferecem opções para empresários que querem economizar no transporte de carga de grande volume, uma vez que dentre os três tipos de transporte, rodoviário, ferroviário e hidroviário, o hidroviário é o mais barato no resultado final do transporte.

3.4. Caracterização Climática

Nesta seção será tratada a caracterização climática da região amazônica, possuindo um clima que é a junção de vários fatores combinantes, entre eles o mais importante é a disponibilidade de energia solar, pois a sua localização recebe no topo da atmosfera um valor máximo de 36,7 MJ.m⁻².dia⁻¹ de dezembro a janeiro, onde o valor mínimo recebido é de 30,7 MJ.m⁻².dia⁻¹ de junho a julho (SALATI e MARQUES, 1984). Os valores maiores de recebimento de energia solar se dão nos meses de setembro a outubro, com mínimos nos meses de dezembro a fevereiro.

A nebulosidade é que controla essa distribuição de energia associada ao padrão espacial e temporal das chuvas na região amazônica, associando a radiação solar, a temperatura e umidade atmosférica com o ciclo anual das chuvas que ocorrem. Assim com o período mais chuvoso há a redução na temperatura do ar, da radiação e o aumento da umidade do ar, diferido do que ocorre no período de seca.

Por estar na região equatorial, a Amazônia possui clima quente e úmido, Fischet *al.*, (1998) mostram que, “embora este comportamento não tenha sido uma constância durante os últimos 15.000 anos. Alterações da relação Terra-Sol provocaram mudanças significativas na quantidade de energia solar recebida pelo planeta Terra, modificando a composição dos sistemas atmosféricos predominantes e, conseqüentemente, o clima”.

Nesse sentido a condição climática da Amazônia é uma combinação de vários fatores caracterizados por variáveis que a compõem, essa composição faz com que um

sistema dependa do outro, assim não se pode olhar para a condição climática predominante em uma região apenas pela ótica de um elemento apenas.

A precipitação média é de aproximadamente 2.300mm.ano-1 e total anual atinge 3500 mm, no litoral do Pará e Amapá, a precipitação também é alta e sem período de seca definido, a influência das linhas de instabilidade que são formadas ao longo da costa litorânea durante o período da tarde e que são forçadas pelas brisas marítimas são responsáveis por essa caracterização, Nobre (1990). O período de chuva ou forte atividade convectiva na região central da Amazônia (próximo de 5° S) pode estar associada com a penetração de sistemas frontais da região sul, interagindo e organizando a convecção local, sendo compreendido entre novembro a março, já o período sem grande atividade convectiva se dá no período de maio a setembro, sendo que os meses de transição entre um regime e outro são nos meses de abril a outubro, de dezembro, janeiro a fevereiro a região apresenta uma precipitação alta (> 900mm) no oeste e central da Amazônia na faixa de posição geográfica da alta da Bolívia, nos meses de junho, julho e agosto a máxima de precipitação se desloca para o norte sobre a América Central, na parte central o domínio da Célula de Hadley, caracterizando um período de seca. Esse comportamento está completamente de acordo com o ciclo anual da atividade convectiva na região. (HOREL, 1989).

O aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico na faixa equatorial, faz com que o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) aconteça, afetando climas em escala regional e global, sendo responsável pela fase quente (GLANTZ, 2001).

O fenômeno é um atenuante na modificação do regime de precipitação e, de acordo com a intensidade do evento pode resultar em secas severas (MOLION, 2000). Segundo Alves *et al.*, (1998), a maioria dos anos com a ocorrência de El Niño foi observada chuvas abaixo da média no setor norte do Nordeste e Amazônia e, nos anos de La Niña acima da média, com o aquecimento acentuado das águas e das alterações comportamentais da célula de Walker, causando aumento da precipitação na região Norte. O El Niño é caracterizado pela ocorrência de TSM (Temperatura da Superfície do Mar) o fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação Sul) comporta duas fases sendo uma positiva que é a La Niña e uma negativa sendo o El Niño, onde essa fase se caracteriza mais quente.

A Oscilação Madden Julian, caracteriza-se como uma onda atmosférica equatorial, influencia diretamente a precipitação do Leste da Amazônia durante o período chuvoso, intensificando ou inibindo a nebulosidade, junto com a ZCIT (REPELLI *et al.*, 1998). Influencia em particular os sistemas das Américas, desempenha um papel fundamental na

modulação das ZCAS com mais de três dias, Carvalho, Jones e Liebmann (2004), além de influenciar fenômenos como o ENOS (KAYANO, JONES, SIVA DIAS, 2009)¹.

Oscilação Decadal do Pacífico é importante no papel da variabilidade climática, onde os regimes apresentam escalas de tempo de aproximadamente 20 a 30 anos sem interrupções, Andreoli e Kayano (2005). Na Amazônia os efeitos da ODP ainda são conhecidamente tímidos, (CLARK *et al.*, 1995) mas para o período de 1960-1980 notaram tendência de redução da precipitação no Oeste e de aumento no Leste da Amazônia. Marengo, (2004) também notou mudança com a redução de chuvas depois de 1975 coincidindo com a fase fria para a fase quente da ODP.

A relação com o ENOS provoca variação da precipitação na América do Sul (ANDREOLI e KAYANO, 2005), nas três fases da ODP que são fase positiva, fase negativa e fase neutra, relacionando-as com o regime de precipitação na América do Sul.

Dipolo do Atlântico (DA) é a manifestação de anomalias de TSM sobre o oceano Atlântico tropical, associados a anomalias de precipitação sobre a região Norte e Nordeste do Brasil, sobre as bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical, interferindo no deslocamento da ZCIT, que causa alteração na distribuição pluviométrica sobre a Amazônia (SOUZA; KAYANO; AMBRIZZI, 2004).

É um fenômeno oceano-atmosfera que inibe ou aumenta a formação de nuvens e precipitação no Leste da Amazônia e, a mudança anômala da TSM ocasiona o aquecimento ou não das águas do oceano. Na fase positiva inibe a formação de nuvens, a diminuição das chuvas e causa secas, na negativa as águas do Atlântico tropical estão mais frias intensificam a formação de nuvens e aumenta a precipitação (SOUZA *et al.*, 2004).

Molion, (1988) diz que, a circulação geral da atmosfera é como as massas de ar se deslocam sobre o planeta. Assim, pode resultar em vento com direções diferentes nas regiões tropicais, temperadas e polares.

Os anticiclones são áreas de baixa pressão, onde o vento sopra no sentido anti-horário no hemisfério Norte e contrário no Sul (TORRES e MACHADO, 2011).

Esses assuntos são fundamentais para abordagem de vento, que é o movimento de ar em relação a superfície terrestre no sentido vertical e horizontal (AYODE, 2003). A partir de diferentes gradientes de pressão atmosférica o vento é gerado, se deslocando nas áreas de alta pressão para as de baixa pressão. Os alísios são ventos que provem das regiões subtropicais,

¹Tempo e Clima no Brasil. Variabilidade Intrassazonal. KAYANO, JONES, SILVA DIAS. 2009.

(SADOURNY, 1994) de alta pressão para a faixa equatorial, que se caracteriza por ser uma área quente e de baixa pressão.

3.4.1 Sistemas Meteorológicos Precipitantes

Neste item são apresentados os principais sistemas meteorológicos que produzem precipitação na Amazônia na estação chuvosa e menos chuvosa, são eles: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), os Sistemas Frontais (SF), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), as Linhas de Instabilidade (LI) e os Sistemas Convectivos de Mesoescala Circulares (FERREIRA, 2008; ROCHA; GANDU, 1996).

Camponogara (2012). O regime de precipitação do Pará é modulado pela brisa marítima, linhas de instabilidade, distúrbios ondulatório de leste, zona de convergência intertropical, alta da Bolívia e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN).

Melo (2009). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) consiste em uma banda linear de nebulosidade profunda na faixa equatorial do oceano Atlântico, que conecta as regiões de convecção na América do Sul/ Central (a oeste) e na África (a leste). É um sistema de grande porção horizontal que ocorre próximo a linha do Equador, que abraça essa faixa equatorial do globo. Sua interação segundo Ferreira (1996) depende da interação das características da atmosfera e do oceano, não necessariamente ocorrendo todas de uma vez. Como a precipitação está ligada com a convecção local é uma das variáveis mais importantes nos trópicos, sendo necessário que se entenda melhor os mecanismos da ZCIT.

A ZCIT se forma através da convergência dos ventos alísios do hemisfério sul, baixa pressão, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e as precipitações, determinando a intensidade ou não das chuvas no Norte e Nordeste. (SOUZA, 2005. ADLER, 2009) mostram que, anomalias da TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico afetam o posicionamento latitudinal da ZCIT, se deslocando segundo Philander *et al.*, (1996) de forma longitudinal. No oceano Atlântico desloca-se em média 14° N nos meses de agosto e setembro e a 2° S nos meses de março e abril, esse deslocamento se associa ao fortalecimento ou enfraquecimento dos alísios advindos do sudeste e nordeste.

Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), caracteriza-se por ter um centro de pressão baixa com tempo de vida com duração de alguns dias, (RAMIREZ, 1996), se originam em latitudes extratropicais e tropicais, no Brasil os VCAN's os tropicais atuam com

mais frequência de dezembro a fevereiro de 4 a 11 dias, quando se originam no continente influenciam na precipitação do Norte e Nordeste do Brasil.

É importante levar em consideração a interação deste com outros sistemas como a Alta da Bolívia (AB) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), no período do verão a AB contribui para as chuvas principalmente no Norte e parte do Nordeste e Centro-oeste do Brasil², Ferreira *et al.*, 2009.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um sistema típico de verão na América do Sul. (ROCHA e GANDU, 1996) é uma banda de nebulosidade e precipitação, que se estende de noroeste a sudeste sobre a América do Sul e mostra uma interação entre sistemas tropicais e extratropicais, tem massas de ar quentes e úmidas da Amazônia e do Atlântico Sul. A nebulosidade da ZCAS caracteriza-se de noroeste para sudeste e acaba por se estender desde o sul da região Amazônica até o centro do Atlântico Sul (KOUSKY, 1988). É bastante comum na primavera, verão e no outono, porém não no inverno. Sua presença implica em ser um dos principais sistemas precipitantes no sul da Amazônia (ROCHA; GANDU, 1996).

Os sistemas frontais deslocam-se até o Sul da Amazônia, Oliveira e Nobre (1986), as massas de ar desempenham papel importante na caracterização do tempo e do clima influenciando as áreas em que se encontram, na medida em que se deslocam a temperatura e umidade muda, recebendo essa modificação dos locais por onde passa. Uma massa de ar, é modificada pelas quantidades de umidade e radiação que perde ou ganha, com as mudanças de temperatura e umidade ocasionam frente fria, frentes quente e frente estacionária. Na Amazônia os sistemas frontais, provocam friagem no Sul do Pará.

Distúrbio Ondulatórios de Leste (DOL) são consequências da instabilidade barotrópica e baroclínica de jatos, correspondendo ao cisalhamento horizontal e vertical do vento, Machado *et al.*, (2009)³, ainda intensificam os sistemas meteorológicos como os SCM's, associando-se com tempestades tropicais ou mesmo furações no Norte do Atlântico equatorial, (BARBOSA, 2005). O DOL é pouco conhecido no continente Sul-americano, pois sua atividade não é significativa comparada ao que acontece na África, porém, tem ação fundamental na modulação da convecção nos eventos de mesoescala e sinótica que vem do oceano.

²Tempo e Clima no Brasil. FERREIRA, RAMÍREZ, GAN. 2009.

³Tempo e Clima no Brasil. MACHADO, FERREIRA, LAURENT, DIEDHIOU. 2009.

As linhas de instabilidade são sistemas convectivos, que contribuem para a formação de chuvas próximo à costa litorânea do Pará e Amapá. Esses sistemas são contribuintes para a precipitação ocorrida na Amazônia central. Cohen (1989) denominou, LIP – Linha de instabilidade que se propaga continente adentro; e LIC – Linha de instabilidade costeira. A primeira se subdivide em dois tipos: Linhas de Instabilidade com Propagação tipo 1 e, Linhas de Instabilidade com Propagação tipo 2, uma vai continente a dentro e outra se dissipa num curto espaço. As LICs têm como ápice a costa, se formando e se dissipando na costa. Segundo Cohen (1989), as linhas de estabilidade são um dos sistemas atmosféricos atuantes na área do Pará que contribuem com 45% das chuvas que cai durante o período chuvoso.

As LIs contribuem para a formação de nuvens cumulonimbus e, são formadas pela circulação de brisa marítima. As chuvas na Amazônia estão ligadas as linhas de instabilidade advindas da costa, impulsionadas pelas brisas marítimas. Garstang *et al.*, (1994), essas linhas de instabilidade amazônicas passam por 6 estágios no seu ciclo de vida: gênese, intensificação, maturidade, enfraquecimento, re-intensificação e dissipação. Nesses estágios perdem e ganham forças, se formam no final da tarde, perdendo força ao se propagar no continente, dissipando-se e posteriormente ganhando força novamente, se esse deslocamento for a noite a atividade convectiva será menor Molion e Kousky, (1985).

Essa atividade convectiva se torna menor pela redução do contraste térmico (CAVALCANTI, 1982). Cohen apud Cutrin (1987), as Lis representam o quantitativo responsável por aproximadamente 45% da chuva que cai no leste paraense. Cohen, (1987), diz que as LIs apresentam forte atuação em vários setores como econômicos.

As LIs têm maior desenvolvimento nos meses de inverno e o menor desenvolvimento na primavera e verão com o continente coberto por atividade convectiva, contribuindo para a precipitação na costa litorânea do Pará e Amapá como na Amazônia central, Cohen (1989). Estando como uma das principais classificações de sistemas convectivos (FRITSCH; FORBES, 2001).

SCM são responsáveis também pela maior parte da precipitação nos trópicos durante a estação quente, também são definidos de vários tipos como linhas de instabilidade e Complexos convectivos de mesoescala, classificam-se como tempestades extremas. Complexo convectivos de Mesoescala (CCM), organizam a convecção em diversas escalas, os. MADDOX, (1980), classifica os CCM levando em conta o tamanho, forma e o tempo de vida desses sistemas.

Sodré e Machado e Rossow, (1993), dizem que o sistema convectivo quando maduro, forma grande quantidade de nuvens stratus e cirrus, os SCM estão frequentemente associados a precipitação intensa, fortes rajadas de vento e até tornados. Sodré (2013) mostra que a frequência de SCM é considerável em todo o território do estado do Pará, em sua divisão de área de estudo as regiões há regiões que apresentam maior quantitativo, principalmente em torno da baía do Marajó, onde há dependência de rica disponibilidade de umidade tanto dos rios quanto do oceano.

Em sua divisão Sodré (2013), vem corroborar com informações de sistemas convectivos que atraem eventos extremos meteorológicos, na região em que se concentram os acidentes onde esta localizado a baía do Marajó.

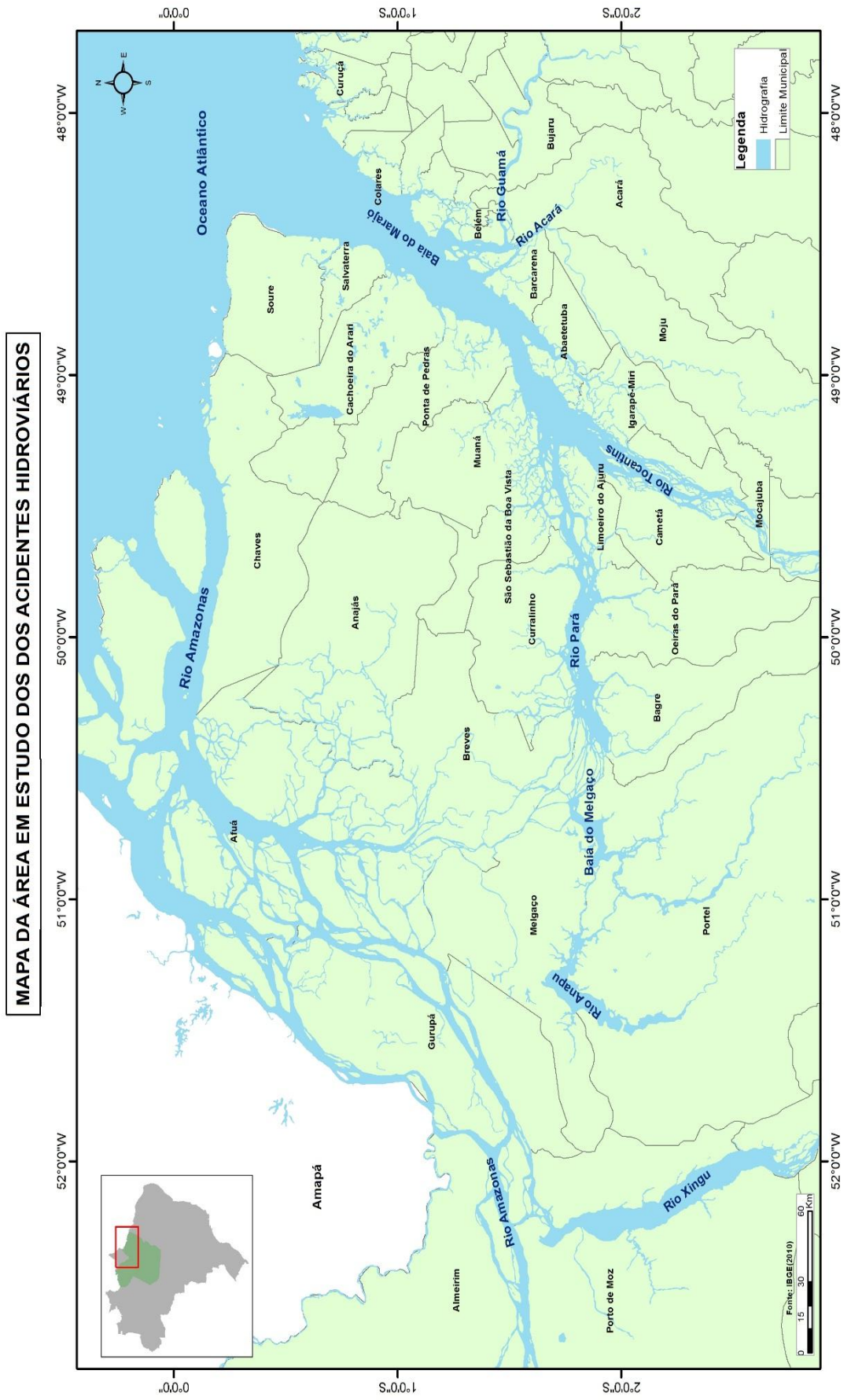
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo primária

A área selecionada para estudo, compreende o nordeste do estado do Pará, localizada entre as latitudes 0° 00' e 2° 00'S e 48°00' e 52° 00'W, com as suas principais hidrovias, do trecho Atlântico Norte, Baía do Marajó, rio Tocantins, rio Pará e rio Amazonas. A Baía do Marajó, que abrange aproximadamente 3.200km², onde importantes rios deságuam nessa região como rio Pará e rio Tocantins (CORRÊA, 2005).

A Bacia Amazônica possui uma área estimada de 6,3 milhões de km², aproximadamente 5 milhões estão em território brasileiro, seus rios, que nutrem cerca de 5,8 milhões de km² de floresta, descarregam no Oceano Atlântico um volume de água doce médio estimado em 209.000 m³/s (TAVARES, 2007).

Figura 4: Mapa de localização da área de estudo dos acidentes com transportes hidroviários.



4.2 Material

O item de materiais aborda a obtenção do conjunto de dados dos acidentes com as variáveis utilizadas, com dados hidrometeorológicos a partir de dados observacionais de superfície, com os dados das estações pluviométricas e de satélites meteorológicos, além de, dados para análise dos aspectos socioeconômicos, afim de aplicar as metodologias.

4.2.1. Dados de Acidentes

Os dados de acidentes com transportes hidroviários foram obtidos junto a Capitânia dos Portos da Amazônia Oriental- CPAOR, a partir dos Inquéritos de Acidentes e Fatos da Navegação- IAFN, para o período de 2008 a 2013, exclusivamente para acidentes ocasionados com fator preponderante, as condições de extremos meteorológicos (anexos). As principais variáveis utilizadas para esta análise foram: Número de inquéritos; Data e hora do(s) acidente(s); Tipos de embarcação(s) envolvida(s) no(s) acidente(s); Local que ocorreu o fato; Tipo de acidente(s); Causa do(s) acidente(s) após conclusão do inquérito, Número de mortos e Número de feridos.

4.2.2. Dados Hidrometeorológicos, observacionais de superfície e de altitude

Foram usados os dados pluviométricos mensais, captados na plataforma da Agência Nacional de Águas (ANA), disponível no endereço eletrônico www2.ana.gov.br, através do banco de dados das estações de monitoramento hidrometeorológicas com séries históricas (1961 a 2013). Também foram captados dados de precipitação e vento na superfície na plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia- INMET, disponível no site www.inmet.gov.br, através de observações nas estações meteorológicas convencionais e automáticas de superfície com mais de 40 anos de dados disponíveis.

Os dados de reanálises para o fenômeno de vento, foram captados através do site NCEP/NCAR www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml, (National Centers for Environmental prediction National Center for Atmospheric Research) disponibilizado pelo NOAA para as componentes zonal e meridional do vento.

Foram captados os dados de ocorrência dos episódios de El Niño e La Niña configurados, através do site eletrônico disponível no endereço

www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml, para os períodos dos acidentes escolhidos para o estudo de caso.

Os dados de maré, foram obtidos através de Tábua de Maré disponível no site www.dhn.mar.mil.br, onde encontra-se dados horários das altas e baixas de maré, assim como também do nível médio mensal das mesmas por região.

As cartas náuticas Raster, proporcionaram a obtenção e visualização da espacialização dos acidentes ocorridos, verificando através de suas coordenadas a localização da área do fato ocorrido, através do endereço eletrônico www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-nauticas/cartas.html.

Foram utilizadas imagens de satélites obtidas através da Divisão de Satélites do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) disponível no site www.cptec.inpe.br. São imagens no canal infravermelho realçado (canal-4) dos satélites GOES 10 e 12 para o período dos acidentes de 2008 a 2013 na data e horas aproximadas e cada acidente ocorrido com uma resolução espacial de 4 km.

4.2.3. Dados socioeconômicos

Os dados para a abordagem dos aspectos socioeconômicos dos acidentes com transportes hidroviários, devido os extremos meteorológicos no período de 2008 a 2013 foram obtidos através dos dados repassados pela Capitânia dos Portos da Amazônia Oriental-CPAOR. Estes dados são quantitativos e qualitativos, como faixa etária, sexo, tipos de embarcação e de acidentes. Além desses, foram utilizadas informações sobre o material dos cascos das embarcações, segundo o estado do Pará obtidos no relatório executivo da ⁴ANTAQ(2013).

4.3 Métodos

Foram estudados 30 casos de acidentes, que ocorreram no período de 2008 a 2013, posteriormente sendo detalhados através das informações quantitativas que os inquiridos traziam, esses acidentes foram ocasionados por extremos meteorológicos designados pela

⁴RELATÓRIO EXECUTIVO- Caracterização da Oferta e da Demanda do Transporte Fluvial de Passageiros na Região Amazônia 2012.

Capitânia dos Portos da Amazônia Oriental. Cada acidente foi localizado e pontuado através do mapa temático elaborado, mostrando a ocorrência dos acidentes no nordeste do estado do Pará, além da localização das respectivas estações pluviométricas que forneceram dados de precipitação para o período estudado, permitindo a caracterização climatológica para os acidentes.

Segundo CPAOR a condição atmosférica que define a causa determinante do acidente, em geral é denominada de “mau tempo”, essas causas estão relacionadas a anomalias no campo do vento na superfície, na condição de instabilidade atmosférica e precipitação. Neste estudo, esta terminação será chamada de “extremo meteorológico”.

A caracterização do objeto de estudo surgiu com a necessidade de divisão da área por regiões, cada área apresentou características semelhantes de acidentes, de acordo com os tipos e concentração por localidades. Desta forma, foram subdivididas 3 áreas, discriminadas como subárea 1, subárea 2 e subárea 3. Possibilitando além da visualização espacial a quantificação por área, do número de acidentes, assim como, tipo de acidentes mais frequentes, permitindo localização das estações pluviométricas mais próximas do local em que ocorreram, facilitando deste modo à análise minuciosa da ocorrência de chuvas e sua influência no momento do acidente.

As causas indefinidas representaram 60% dos acidentes, a partir da necessidade de se caracterizar as causas que levaram ao acidente, foram levantados os horários que ocorreram os acidentes indefinidos, no período sazonal e horário de ocorrência. Determinando os horários em manhã e tarde, da 00 hora às 12 horas, das 12 horas às 24 horas, conseqüentemente aplicando essa análise as causas definidas, através das análises de satélites foram verificadas através das datas e horas, a ocorrência ou ausência de nuvens profundas que poderiam ter ocasionado a precipitação no local do acidente, contribuindo para a sua ocorrência.

Para o período de ocorrência dos acidentes, houve-se a necessidade de caracterizar os anos em que se configuraram anos de El Niño, La Niña e anos de normal.

4.4 Seleção dos estudos de casos

A área selecionada para o estudo de caso foi escolhida, pela necessidade de identificação dos acidentes, esta apresentou o maior número vítimas fatais e, os dados apresentaram as informações mais conformes com os indicativos de extremo meteorológico.

Determinando a escolha de dois acidentes fundamentais, um para o período chuvoso e outro para o período menos chuvoso. Ambos na área do Marajó.

A subárea 1, foi escolhida por comportar acidentes com os dados mais completos com as condições de extremo meteorológico. E em especial, a área citada possui características de maior número de acidentes, sendo ele liderados pelo tipo naufrágio, este acontece quando há o afundamento total ou parcial da embarcação gerado pela perda de fluabilidade, entrada de água na parte interna da embarcação, pelo adernamento que é a inclinação provocando submersão de um lado, até o emborcamento ou alagamento. O mapa temático das áreas primária e secundária do estudo foi elaborado através do software Arc GIS, com localização dos acidentes, assim sendo possível a confecção dos mapas com a localização obtida nas cartas náuticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), e através do georrefereciamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para a caracterização do maior número de acidente por subáreas, foram levantados os acidentes em comuns para o período estudado, em ventos fortes e ondas, precipitação, erro humano e sem definição, essas causas foram previamente determinadas pela CPAOR, posteriormente localizadas de acordo com as subáreas. Além disso, foram contabilizadas o maior número de vítimas em cada ano do período estudado.

4.5 Climatologia dos dados meteorológicos

A partir de dados mensais e diários de precipitação para o período de 1969 a 2013 para as estações do INMET, obteve-se a representação do acumulo diário da precipitação em milímetros, precipitação essa coletada em pluviômetros nas estações meteorológicas convencionais. Dados de 1982 a 2013 para as estações da ANA, precipitação coletada em pluviômetro na est e de 2000 a 2013 para o modelo TRMM. Deste modo, foi possível se obter a média mensal, anual e a anomalia da precipitação para a região compreendida entre 52° 0' 0" W e 48° 0' 00"W; 0° 0' 0"S e 2° 0' 0"S. Da subtração do acumulado mensal com a média de precipitação acumulada nos meses dos anos de acidentes foi obtida a anomalia da precipitação para os meses dos acidentes (WILKS, 2006). Essa climatologia permitiu caracterizar a precipitação representativa para cada subárea.

Através dos dados do NCEP/ NCAR para vento, pode-se encontrar as variações da circulação atmosférica para o período dos acidentes nos anos de 2008 e 2013, com figuras geradas a partir do GrADS, uma ferramenta interativa que permitiu a manipulação e

visualização de dados, para gerar os modelos de vento no local. A análise foi feita a partir de dados dos campos de vento de 850hPa, a escolha do nível de 850 hPa é por ser próximo do nível de máxima intensidade do jato (Marengo e Soares, 2002), mostrando a evolução do vento local, com maior intensidade no período menos chuvoso e menor intensidade no período chuvoso.

Através dos dados de previsão de maré, pode-se conhecer a alta e baixa da maré que ocorria no dia do acidente, além, da construção de um gráfico com as médias de marés representativas para cada subáreas, podendo acompanhar a evolução da maré e vento em horário do acidente para o período menos chuvoso do estudo de caso para explicar a ondas agitadas, podendo enfatizar ainda mais a causas que levaram ao acontecimento do acidente, além de serem utilizados para fins de navegação mas não levam em consideração efeitos meteorológicos. Apenas a grandeza escalar da régua de medição ou marégrafo.

Através das cartas náuticas, pode-se localizar os acidentes de acordo com as coordenadas fornecidas pela CPAOR, as cartas náuticas *Raster* e, manipuladas no software NASAREH(Navegação por Satélite por Recurso Hiperímídia- Cash Computadores), que auxilia a navegação marítima e fluvial, neste trabalho utilizado para a completa e clara abertura das cartas *Raster* na localização do acidente, integrando a *Raster* utilizada com o computador. Foram utilizadas as cartas náuticas *Raster* de números 302, 303, 304, 306, 310, 311, 312, 314, 315, 316 e 320.

4.6 Análise de imagens de satélite

As datas dos acidentes fornecidas pela CPAOR, como dito anteriormente foram separadas para o período chuvoso e menos chuvoso, de posse disto fez-se download das imagens disponíveis no site do www.cptec.inpe.br, no satélite GOES-12, com resolução espacial de 4 Km, no período dos acidentes correspondentes a elas. De posse dessas imagens, pode-se identificar o evento extremo ocorrido antes, durante e depois do acidente de acordo com datas e horários fornecidos pela CPAOR.

4.7 Análise dos riscos socioeconômicos

Em uma avaliação qualitativa e quantitativa dos riscos que os transportes hidroviários enfrentam nas condições de extremos meteorológicos, no transporte de cargas e passageiros

assim também como só transportes de cargas. Focou-se em como determinar os riscos que ameaçam a segurança dos passageiros e conseqüentemente a perda de cargas. Levou-se em consideração a classificação dos cascos das embarcações de madeira e aço, para designar os impactos socioeconômicos, juntamente com os dados já discriminados que foram requeridos perante a CPAOR.

Considerando USCG - United States Coast Guard em 2000, apud Padovezi, (2003). Para essa análise utilizou-se o modelo proposto, com as definições das conseqüências e de frequências, Vanem (2007). Onde pode ser possibilitado os níveis de riscos desses acidentes para as embarcações e conseqüentemente a fatalidade com os passageiros envolvidos na hidrovia.

Denota-se na Tabela 1, a conseqüências classificadas entre “ALTA”, “MÉDIA” e “BAIXA”, a partir da identificação foi criada a categoria de análise do risco que o acidente oferece aos que trafegam nas hidrovias. A gravidade “Alta”, pois a descrição dessa gravidade pode ser identificada nos acidentes do período de 2008 a 2013, onde os acidentes ocasionaram mortes e graves danos a estrutura das embarcações.

Tabela 1: Uma matriz de conseqüência de acidentes em hidrovia (USCG, 2000)

Gravidade	Descrição
ALTA	Morte (s) e/ou grandes danos materiais (infraestrutura da hidrovia, perda de embarcação) e/ou graves danos ambientais
MÉDIA	Ferimentos e/ou doenças graves e/ou danos materiais significativos (infraestrutura da hidrovia, embarcações) e/ou danos ambientais significativos
BAIXA	Ferimentos e/ou doenças leves e/ou danos materiais leves (infraestrutura da hidrovia, embarcações) e/ou danos ambientais leve

Fonte: Padovezi (2003)

Na Tabela 2, apresenta-se a frequência de ocorrência dos acidentes, quanto ao número de eventos de acidentes, classificando-os em categorias de “Muito frequentes”, “Frequentes”, “Ocasional”, “Raro” e “Muito raro”. Para a análise, a matriz apresentou categoria “Frequente”

pois ocorreram acidentes com número de eventos de 1 a 10 por ano, desta forma se enquadra na descrição da matriz.

Tabela 2: Uma matriz de frequência de ocorrência de acidentes em hidrovias (USCG, 2000).

Categoria	Descrição
Muito frequente	10 a 100 eventos por ano
Frequente	1 a 10 eventos por ano
Ocasional	1 evento a cada 5 anos
Raro	1 evento a cada 10 anos
Muito Raro	1 evento a cada 20 anos ou mais

Fonte: Padovezi (2003)

A partir das classificações das categorias das tabelas 1 e 2, pode se dispor de fatores de combinação das duas matrizes para obtenção dos riscos inerentes aos acidentes que ocorreram nas hidrovias estudadas. Assim, podendo- os caracterizar através de respostas diretas. Relacionando as estimativas de riscos, que são identificadas como mostra a Tabela 3, com alta gravidade, em linha frequente de alta gravidade.

Tabela 3: Caracterização dos riscos (USCG, 2000), segundo os limiares de baixo (verde), médio (amarelo) e alto (vermelho).

	Baixa gravidade	Média gravidade	Alta gravidade
Muito raro	Baixo	Médio	Médio
Raro	Baixo	Médio	Alto
Ocasional	Baixo	Médio	Alto
Frequente	Médio	Alto	Alto
Muito frequente	Médio	Alto	Alto

Fonte: Padovezi (2003)

Posteriormente com os níveis de risco estimados, identificados através das tabelas 1, 2 e 3 classificando-os de acordo com as linhas das matrizes, pode-se posteriormente aplicar aos acidentes ocorridos nas vias navegáveis do estudo, levando em consideração os tipos de

cascos das embarcações, de acordo com a confecção desses cascos em madeira e aço naval, chegou-se a três fatores indispensáveis para a estabilidade, integridade e estanqueidade da estruturas das embarcações envolvidas, (PADOVEZI, 2012). As linhas das matrizes foram classificadas como alto risco para cascos de madeira, baixo e médio risco para cascos de em aço naval, implicando em problemas como perda de integridade, perda de estabilidade e perda de estanqueidade das estruturas da embarcação.

Tabela4: Níveis de riscos estimados a partir de dados de acidentes com embarcações de aço e de madeira (USCG, 2000).

Problema após acidente	Casco em madeira	Casco em aço	Observações
Perda de integridade estrutural do casco	Alto risco	Baixo risco	A
Perda de estabilidade	Alto risco	Médio risco	B
Perda de estanqueidade	Alto risco	Baixo risco	C e D

Fonte: Padovezi (2003)

Integralmente o estudo de análise dos aspectos socioeconômicos, foi obtido através de dados qualitativos, que podem ser aplicados a metodologia proposta (PADOVEZI, 2003), assim como os dados de tipos de cascos das embarcações obtidos e identificados de acordo com o material dos cascos das embarcações. Podendo-se chegar a caracterização de riscos identificadas no trabalho. As observações A, B e C (Tabela 4) foram dispensadas por estas tratarem de forma direta e ampla as características mecânicas das embarcações, neste estudo, estas características não foram abordadas amplamente como no estudo de Padovezi, (2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise Geral dos Acidentes e dos Extremos Meteorológicos

A análise a seguir pretende mostrar a representação do total dos acidentes hidroviários e a relação com variabilidade dos extremos meteorológicos em escala anual e sazonal.

Inicialmente, é importante relatar que apenas 40% dos acidentes hidroviários associados com extremos meteorológicos foram identificados pela Capitânia dos Portos (CPAOR). Por outro lado, 60% dos acidentes não apresentam definição física para a causa atmosférica determinante, tendo sido considerado como “Erro humano” ou “Sem definição” nos inquéritos repassados pela CPAOR. Neste sentido, a tabela 05 mostra o percentual dos 40% dos acidentes definidos (D) e 60% dos indefinidos (I) para a causa do fenômeno meteorológico. Pode-se destacar que 27% dos acidentes D ocorreram, durante os meses de junho a novembro e 13% no período de dezembro a maio. No caso dos 60% dos acidentes I, 40% foram observados no período de dezembro a maio e 20% de junho a novembro. Isto sugere que os pilotos das embarcações apresentam algum tipo de desconhecimento das condições da atmosfera local, principalmente no período chuvoso que a atmosfera está mais instável, com ventos de rajadas e precipitação.

Em geral, observou-se que o horário do dia de maior ocorrência dos acidentes, devido aos extremos de ventos (67%) e de precipitação (61%) foram observados no período da tarde (tabela 01). Estas características temporais da atmosfera relacionada com os acidentes denotam concordância com a estrutura da variabilidade atmosférica temporal (diária e sazonal) da precipitação e da circulação local da região tropical (MARENGO e HASTENRATH, 1993).

Segundo Rao e Hada (1990), o período chuvoso da região de estudo concentra-se no período de dezembro a maio, devido principalmente a atuação da Zona de Convergência Intertropical que determina a qualidade da estação. Além desse sistema, observa-se ainda a influência dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis e das Linhas de Instabilidades e dos Sistemas Convectivos de Mesoescala Circular que contribuem para o aumento da precipitação (COHEN et al, 1995; CAMPONOGARA, 2012; SODRÉ, 2014).

No que diz respeito a causa determinante dos extremos meteorológicos de vento relacionados com os acidentes no período da estação menos chuvosa (junho a novembro) a influência dos anticiclones subtropicais do Atlântico dos hemisférios norte e sul que originam

os alísios de sudeste e nordeste sopram com maior intensidade a meio a uma atmosfera com pouca ou nenhuma nebulosidade (MARENGO e HASTENRATH, 1993).

Na malha hidrográfica na região norte do Brasil é comum se desenvolver uma circulação de brisa fluvial no período da tarde. Segundo Fisch *et al.*, (1998) verificaram através de imagens de satélite que as nuvens se formam preferencialmente sobre a terra, durante o dia, com movimentos de subsidência na área dos rios. Oliveira e Fitzjarrald (1993) também detectaram a existência desta circulação fluvial nos baixos níveis (até 1500 – 2000 m), possuindo o sentido floresta-rio, durante a noite e início da manhã, revertendo o sentido (rio-floresta), durante a tarde e início da noite.

Tabela 5: Percentual de acidentes por hidrovias com causas determinantes relacionadas com os acidentes sem definição(60%) e com definição física (40%) do fenômeno meteorológico, para o período de 2008 a 2013.

Extremo meteorológico	Acidentes (%)	Período/ano	Causa	Horário (%) – período/dia
D (40 %)	27	junho a novembro	Vento	13 - tarde 10 - manhã
	13	dezembro a maio	Precipitação	17 - tarde 0 - manhã
I (60%)	40	dezembro a maio	Precipitação	27 - tarde 13 - manhã
	20	junho a novembro	Vento	13 -tarde 7- manhã

Fonte: Do autor.

5.1.1 Escala Anual

A Tabela 6 mostra que, do total de acidentes no período de 2008 a 2013, os anos de 2009 e 2011 apresentam a maior ocorrência de acidentes com transportes hidroviários, devido aos extremos meteorológicos, com 23,3%, 2010 e 2013 com 16,7% e 2008 e 2012 com 10 % dos casos para cada ano. Considerando que o clima da região norte do Brasil sofre influência da variabilidade interanual da precipitação associada ao fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) em suas fases de anomalias positivas El Niño (EN) e La Niña (LN), conforme menciona alguns estudos científicos (GRIMM *et al.*,1998; ALVES *et al.*, (1998)), utilizou-se

o Índice de Oscilação Sul (IOS) para relacionar os acidentes hidroviários, com os extremos climáticos anuais.

Nota-se que o período de maior percentual de ocorrência dos acidentes, devido aos extremos meteorológicos estão associados com extremos climáticos de normal (2009) e de La Niña (2011). Entretanto, os anos com menor ocorrência de acidentes apresentam condições climáticas de La Niña (2008) e normal (2012). Neste sentido, vale comentar que a escala temporal de ocorrência dos acidentes nas hidrovias é de algumas horas de um certo dia e a variabilidade climática do ENOS é de escala de meses. No entanto, a escala climática pode influenciar as condições meteorológicas locais, através das interações entre as escalas de tempo. Assim, observa-se que em geral, os acidentes sofrem influência da variabilidade climática dos anos normais e de La Niña, causando um aumento de precipitação na região de estudo.

Tabela 6: Período de ocorrência do ENOS e dos acidentes hidroviários para 2007 a 2013, conforme o IOS do Centro de Previsão Climática (CPC/NOAA) (EN-El Niño, La Niña – LN, N – Normal, A – percentual dos acidentes).

Período	IOS	A (%)
2007/2008	LN	10,0
2008/2009	N	23,3
2009/2010	EN	16,7
2010/2011	LN	23,3
2011/2012	N	10,0
2012/2013	N	16,7

Fonte: Do autor.

A Figura 5 mostra o mapa das subáreas 1, 2, e 3 com o maior número de acidentes por hidrovia, devido aos extremos meteorológicos de precipitação e de vento no período de 2008 a 2013 ocorrem na subárea 1 que inclui o município de Belém, seguido das subáreas 2 e 3. As hidrovias nestas subáreas apresentam diferentes características morfológicas que associadas às condições meteorológicas extremas provocam os acidentes com as embarcações. Nota-se que a tabela 6 não apresenta destaque para os extremos climáticos, isto pode estar relacionado ao curto período de dados.

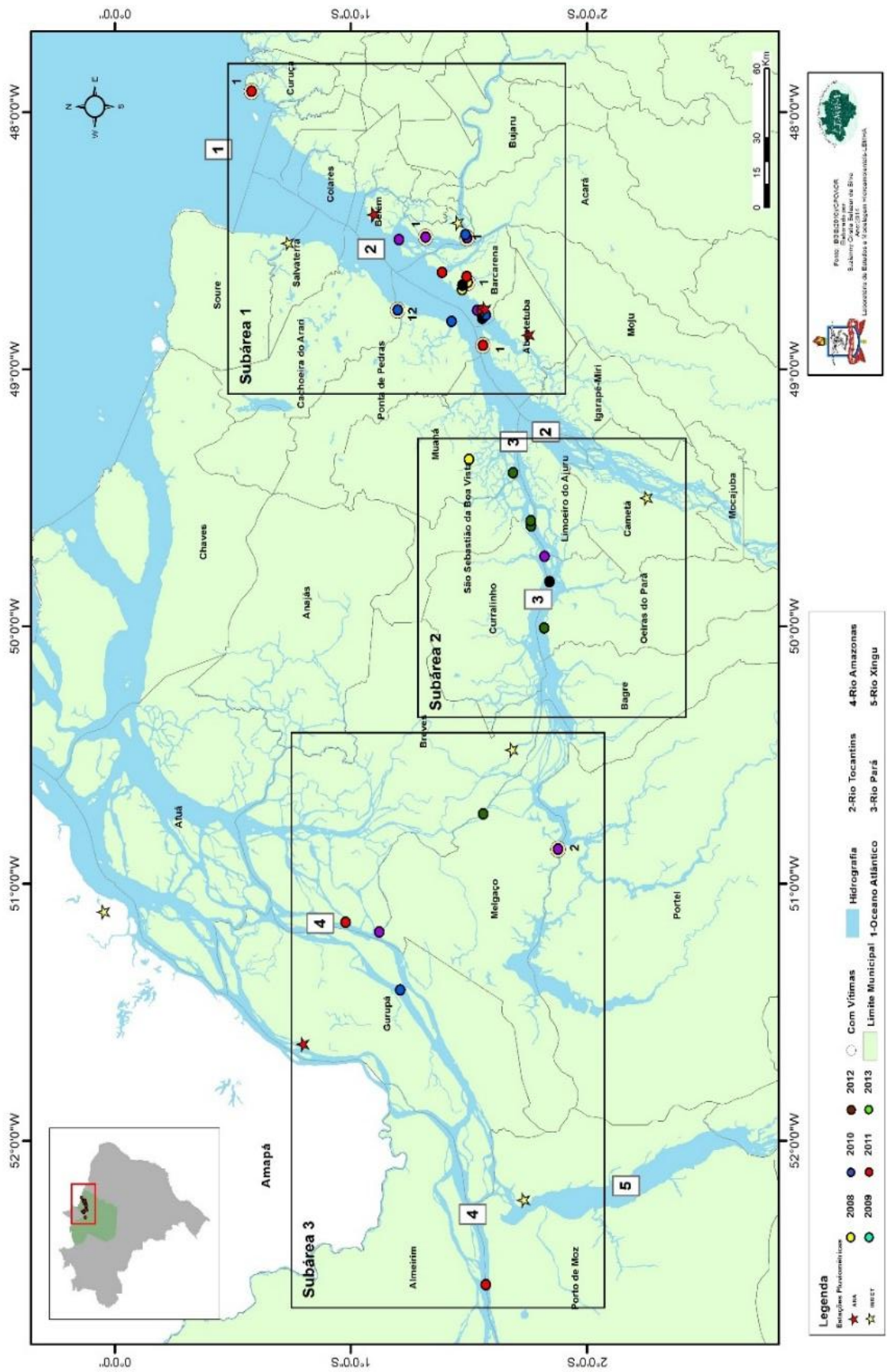
Neste sentido, a subárea 1 apresenta um aspecto peculiar com relação a grande extensão da baía do Marajó e Rio Tocantins que associado a dinâmica da atmosfera local, favorece a formação de intensa nebulosidade no período chuvoso e de intensificação dos ventos no período menos chuvoso. Estas características físicas da atmosfera local e da morfologia do rio podem resultar na ocorrência dos acidentes hidroviários (RAMOS DA SILVA *et al.*, 2007; SODRÉ, 2013). As subáreas também refletem os tipos de acidentes mais comuns, como é o caso do naufrágio na subárea 1, o abalroamento e naufrágio na subárea 2, e abalroamento e colisão na subárea 3 (Tabela 7). Isto denota que cada subárea está fortemente influenciada pela morfologia dos rios combinada com os extremos de precipitação e de vento, gerando fortes ondas.

Tabela7: Número e tipos de acidentes hidroviários e a subárea correspondente, durante o período de 2008 a 2013.

Tipos de Acidentes	Subárea 1	Subárea 2	Subárea 3
Naufrágio	12	2	1
Abalroamento	3	3	3
Encalhe	2	1	0
Colisão	0	1	2
Total	17	7	6

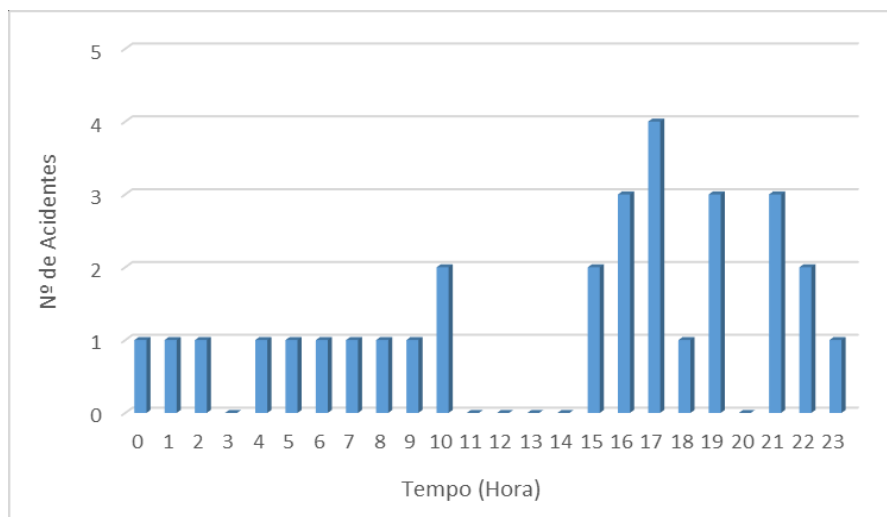
Fonte: Do autor.

Figura 5: Mapa de localização dos acidentes com transportes hidroviários e estações pluviométricas ANA e INMET (2008-2013).



Os acidentes hidroviários por condições extremas de tempo apresentam maior ocorrência no período tarde e noite (15 às 22 horas), horário de maior frequência dos episódios de precipitação e que coincide com a atuação dos ventos da brisa marítima que somados aos ventos do escoamento básico (alísios), torna a circulação local muito mais acentuada (FIQUEROA e NOBRE ,1990; KOUSKY, 1980).

Figura 6: Ciclo diurno dos acidentes por hidrovias, devido aos extremos meteorológicos, durante 2008 a 2013.



Fonte: Do autor.

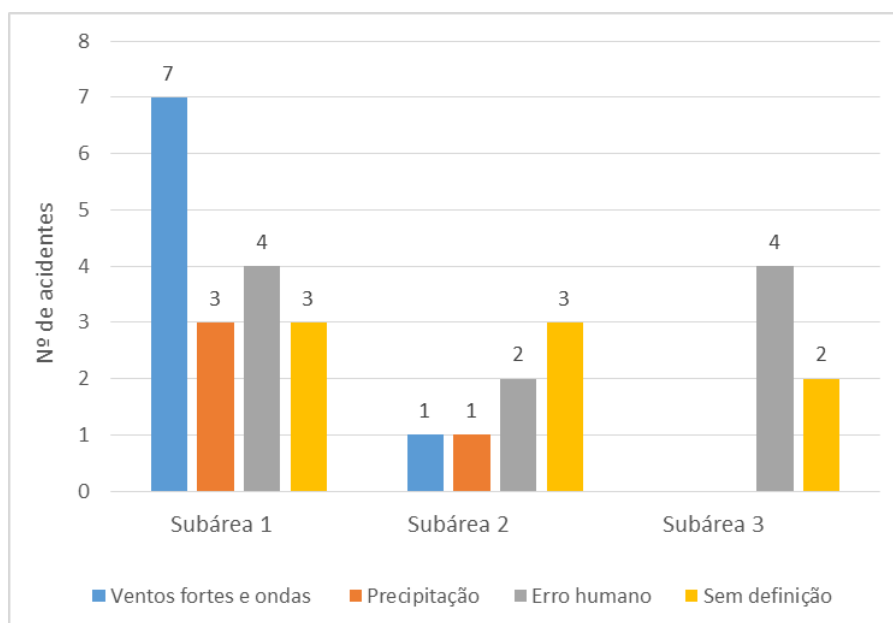
A Figura 7 mostra o número de acidentes e as causas atmosféricas determinantes pela CPAOR que estão divididos em: Ventos fortes e ondas, Precipitação, Erro humano e Sem definição. Nota-se que na subárea 1 os ventos fortes e o erro humano são as causas mais frequentes. Isto corrobora com trabalho de Davis e Hayes (1984) que apontam que os ambientes costeiros apresentam uma maior atuação das forças dominantes de marés e ondas, diante de extremos meteorológicos e que as embarcações podem ter tendência a sofrerem naufrágios com mais facilidade.

No caso das subáreas 2 e 3 predominam acidentes com indefinição de causas, com características de rios mais estreitos que concorda com Pinheiro (2003) que menciona que quando o canal passa a ser mais largo, tende a ser mais raso e, quando o canal é mais estreito passa a ser abrigado da ação do vento. Além disso, como os rios das subáreas descritas são estreitos, parte-se das primícias que, as embarcações podem sofrer ação de extremos meteorológicos como a chuva forte diminuindo a visibilidade, que poderá ocasionar o acidente na navegação nos rios com essas características, por serem rios estreitos e, na possibilidade de não haver espaço de manobra adequado esses acidentes tendem a se tornar

bastante comuns, por navegarem em condições hora margem hora meio do canal navegável, facilitando o choque entre as embarcações, pois estas vias não tem sinalização e balizamento náutico suficiente para a navegação.

Assim, como longos períodos de seca podem levar a redução de descargas e baixos níveis de água como exposto por Schweighofer (2007), acaba por limitar a capacidade de transporte de mercadorias das embarcações, que aumentam os custos e provocam encalhes. Os acidentes predominantes nessas duas subáreas é o Abalroamento. De acordo com Sousa *et al.*, (2008) as hidrovias estreitas apresentam vários acidentes com vítimas fatais. Essa diversidade de tipos de acidentes pode ser constada na subárea 2, com abalroamento, naufrágio, colisão e encalhe.

Figura 7: Total de acidentes e as suas causas determinantes por subárea, durante o período de 2008 a 2013.



Fonte: Do autor.

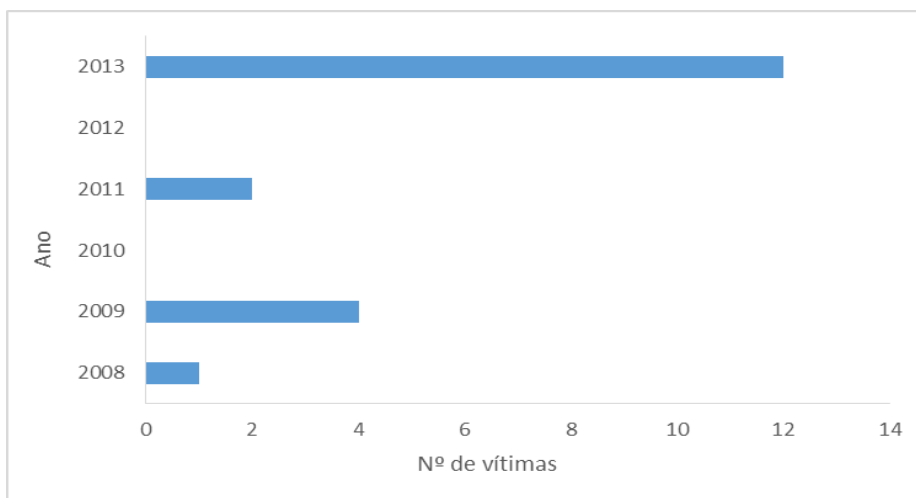
Canal muito estreito (trinta metros de largura), requer navegação cautelosa, principalmente das embarcações de propulsão mecânica, porque por ali trafegam embarcações de vela. Dos trabalhos mencionados acima, somente foi terminada a retificação da curva mais pronunciada, segundo informações autorizadas. Costumam as embarcações que sobem, encostar à margem, para deixar mais lazeira às que descem ao sabor da correnteza (DECRETO Nº 80.608, de 24 de outubro de 1977).

Os longos períodos de seca podem levar a redução de descargas e baixos níveis de água como exposto por Schweighofer (2007), que acaba por limitar a capacidade de transporte de mercadorias das embarcações, que aumentam os custos e provocam encalhes. Souza *et al.*,(2010) menciona como a seca que ocorreu em 2005, com drástica vazante onde

houve mortandade de peixes, prejudicou a agricultura, fez com que os rios ficassem apenas com 20 a 30 centímetros de profundidade de água. Em 2007, ainda com consequências dessa seca extrema, houve o aparecimento de vários bancos de areia, prejudicando a navegação que contava apenas com a atenção dos comandantes das embarcações para evitar que a embarcação ficasse encalhada ao colidir com os elementos de areia.

Pode ser observado na figura 8 um número elevado de vítimas fatais dos acidentes com transportes hidroviários para o ano de 2013, comparado com os anos anteriores, o que gera preocupação da necessidade de entender as causas desses acidentes e se estes poderiam estar relacionados com o efeito das mudanças climáticas, ou seja, com o aumento dos eventos extremos de precipitação previstos pelo IPCC (2013). O estudo de Tavares *et al.*, (2007) explica que, em muitos casos de acidentes nem os coletes salva-vidas são adequados, gerando vulnerabilidade diante das condições de tempo desfavoráveis, que ocasionam o acidente, como chuva forte, ventos e ondas, com quase sempre com um desfecho trágico fatal.

Figura 8: Total de vítimas fatais anuais, durante o período de 2008 a 2013.



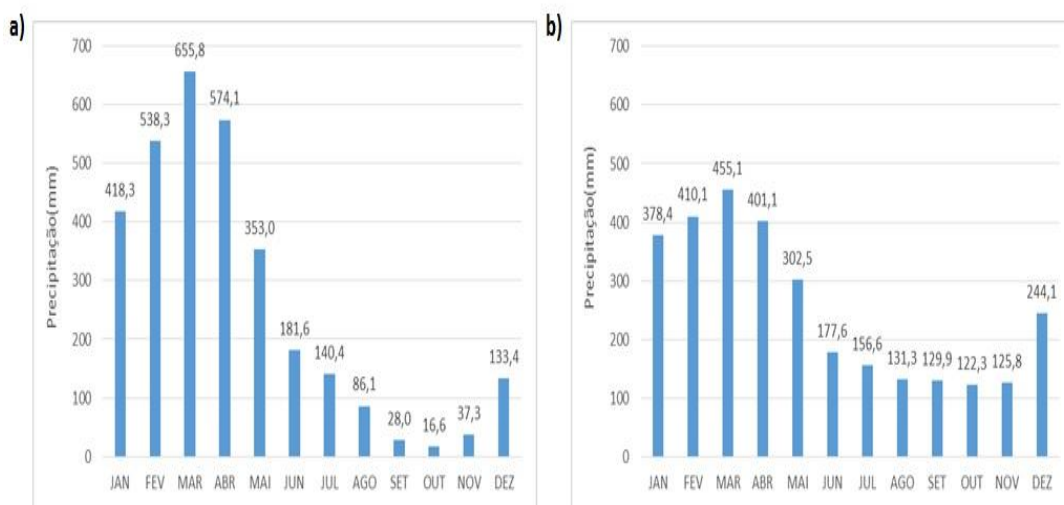
Fonte: Do autor.

Na análise das características climáticas da precipitação para as subáreas relacionadas com os acidentes hidroviários, pode-se notar que a precipitação climatológica apresenta máximos valores mensais, durante os meses de fevereiro, março, e abril para a maioria das estações nas três subáreas. No entanto, as estações da subárea 1 (Figura 9), apresenta os maiores quantitativos de chuva entre as demais. Estudos mostram que a chuva nesta subárea no período chuvoso estar associada a atuação dos sistemas precipitantes de

escalas de meso e sinótica, como: a ZCIT, os VCAN, as LI e os SCM circulares (RAO e HADA, 1990; COHEN *et al.*, 1995; CAMPONOVARA, 2012; SODRÉ, 2013).

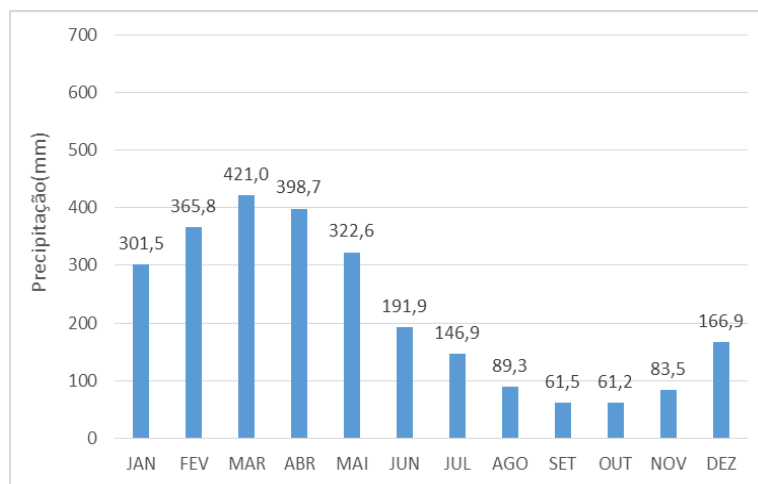
Pode ser notado que a subárea 1 apresenta o maior número de acidentes por naufrágios (Tabela 7) e causas determinantes a partir dos extremos meteorológicos (ventos fortes e precipitação) (Figura 7) que estão relacionados com a climatologia dos maiores valores precipitação e com as características do rio (Figura 9).

Figura 9: Climatologias da precipitação de Soure-INMET (1961-2013) (a) e de Belém-INMET (1961-2013) (b) para representação subárea 1.



Fonte: Do autor.

Figura 10: Climatologia da precipitação de Cametá- INMET(1970-2013) para representação da subárea 2.

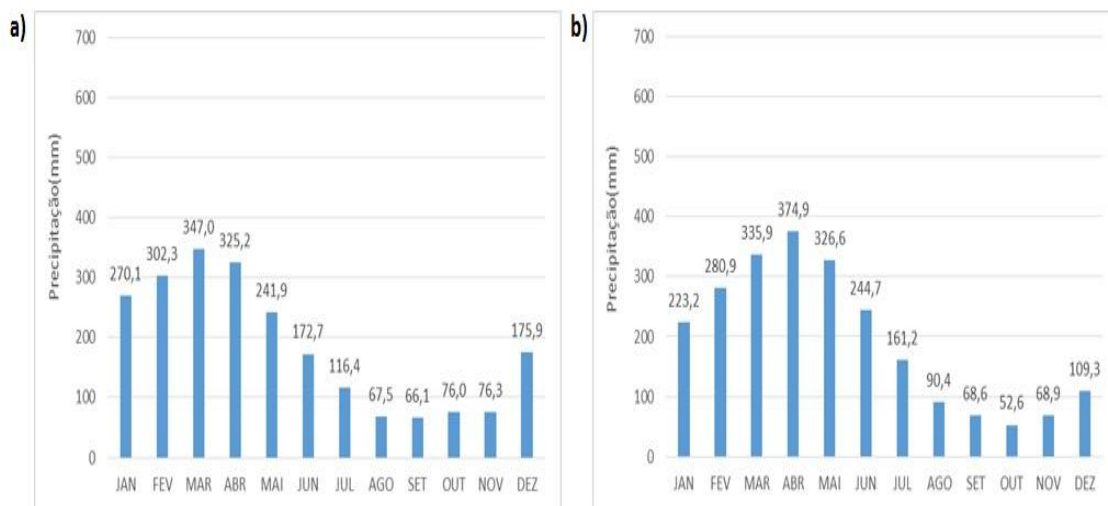


Fonte: Do autor.

É interessante notar, que a climatologia mensal da precipitação na subárea 3 (Figura 11) apresenta valores mensais inferiores as subáreas 1 e 2. Isto pode estar relacionado com as características da superfície (vegetação e rios) da subárea 3 que é bem distinta da subárea 1, com relação as dimensões das hidrovias e a cobertura vegetal. Segundo Fisch *et al.*, (1998) a brisa fluvial é uma característica frequente da circulação local da Amazônia, devido a abundância hídrica. No entanto, a intensidade do efeito do diferencial térmico entre a água do rio e a terra depende da dimensão das superfícies, ou seja, quanto mais estreito for o rio, menor será a brisa fluvial e conseqüentemente menor será o transporte de umidade e calor, e a precipitação.

A variabilidade da precipitação climatológica relacionada com o menor número de acidentes e causas atmosféricas da subárea 3 (Figuras 11 e 7) comparadas com a subárea 1 (Figura 9) sugere que as condições de navegabilidade na superfície dos rios combinadas com a atmosfera local conduzem o piloto da embarcação a apresentar dificuldade de determinar a causa do fenômeno meteorológico, levando a imprudência e erro humano.

Figura 11: Climatologias da precipitação de Breves - INMET(1969-2013) (a) e de Porto de Moz- INMET (1965-2013) (b) para representação da subárea 3.

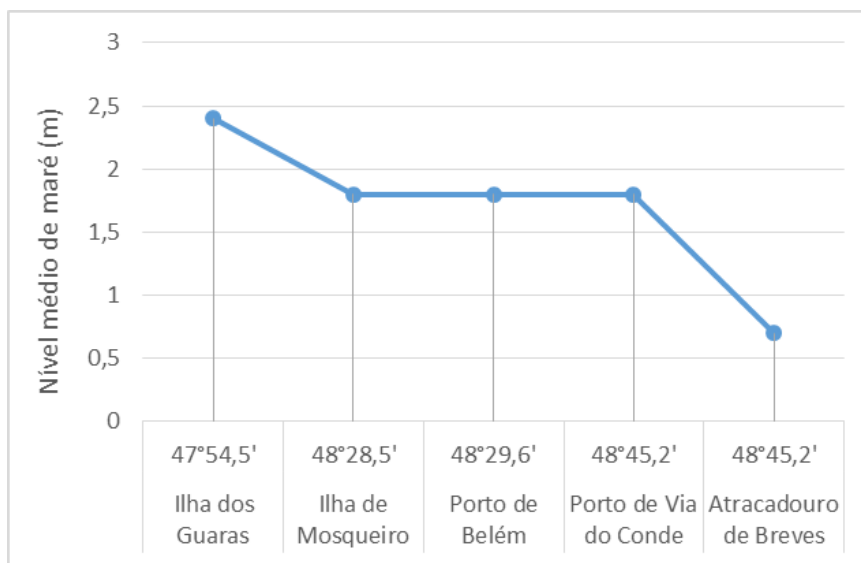


Fonte: Do autor.

As circulações locais (brisas marítima e fluvial) que auxiliam no processo convectivo nestas subáreas são importantes tanto no período chuvoso (janeiro a maio), como no menos chuvoso (junho a dezembro), pois essas circulações e suas influências são melhores observadas no período menos chuvoso, por que no chuvoso estão embutidas nos sistemas precipitantes de escala sinótica (ZCIT e VCAN) (FISCH *et al.*, 1998; MOLION, 1987).

Além disso, os registros das tábuas de maré indicam que a média mensal do nível de maré varia da subárea 1 com maior profundidade na Ilha dos Guarás para menor maré na subárea 3 no Atracadouro de Breves, durante o período de 2008 a 2013 (Figura 12). Isto de certa forma pode ter relação com o transporte de sedimentos, principalmente na subárea 1, onde os efeitos de maré são mais intensos. Segundo Martins (2010) um outro fator preponderante que ocasiona o tipo de acidente por naufrágio estudado aqui, pode se dar pelo fato de que sedimentos são trazidos pelas correntes de marés, também devido aos altos índices pluviométricos na região, sendo responsável pelo *run off* de sedimentos para os rios. Isso provoca intensa sedimentação em áreas de remanso ocasiona a formação de bancos tornando irregular a batimetria da baía. (PLANAVE, 2005). Estes bancos aparecem em função das correntes e das marés e sua formação acontece por deposição daqueles particulados originários dos rios da bacia contribuinte a baía.

Figura 12: Nível médio de maré em diferentes pontos de observação do marégrafo para as hidroviás estudadas.



Fonte: Do autor.

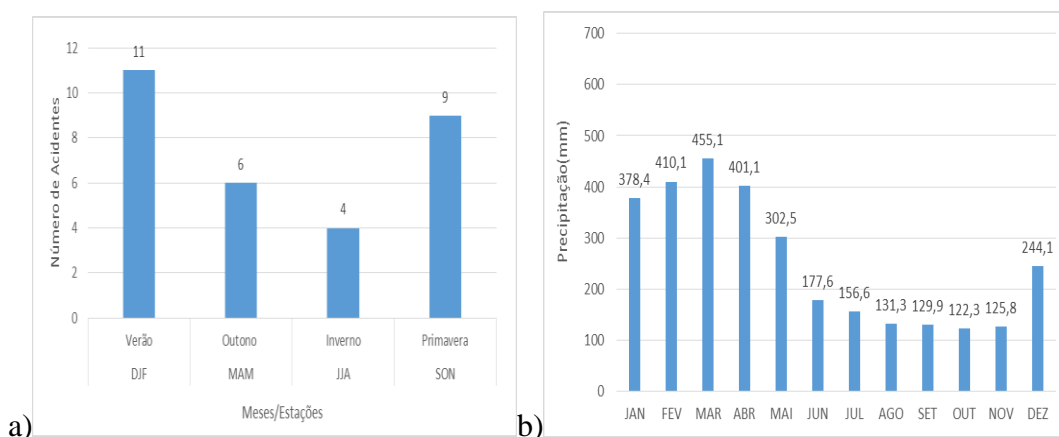
5.1.2 Escala Sazonal

Neste itema variação sazonal e espacial dos acidentes hidroviários associados com os extremos meteorológicos pode ser observados na figura13 que evidencia o maior número de acidentes no período da estação chuvosa da região que inclui os meses de verão (DJF) e outono (MAM), Dinamicamente, as circulações atmosféricas de escalas global, sinótica e mesoescala atuam duranteesses meses, através da ZCIT, VCAN, LI e dos SCMC que

contribuem para o aumento da precipitação (RAO e HADA, 1990; COHEN *et al.*, 1995; CAMPONOGARA, 2012; SODRÉ, 2013).

No caso dos acidentes que ocorrem no período menos chuvoso (JJA e SON), nota-se que os meses de SON apresentam destaque na ocorrência de acidentes, provavelmente devido a condições de extremo meteorológico de escala local. Isto sugere, que a precipitação não é o fator principal, devido à ausência de sistemas precipitantes de grande escala, restando apenas a atuação dos sistemas precipitantes de mesoescala (COHEN *et al.*, 1995; FISCH *et al.*, 1998; SODRÉ, 2013). Neste sentido,climatologicamentepercebe-se que o vento horizontal na superfície mostra maior intensidade no período menos chuvoso, especificamente nos meses de setembro e outubro (Figura 14).

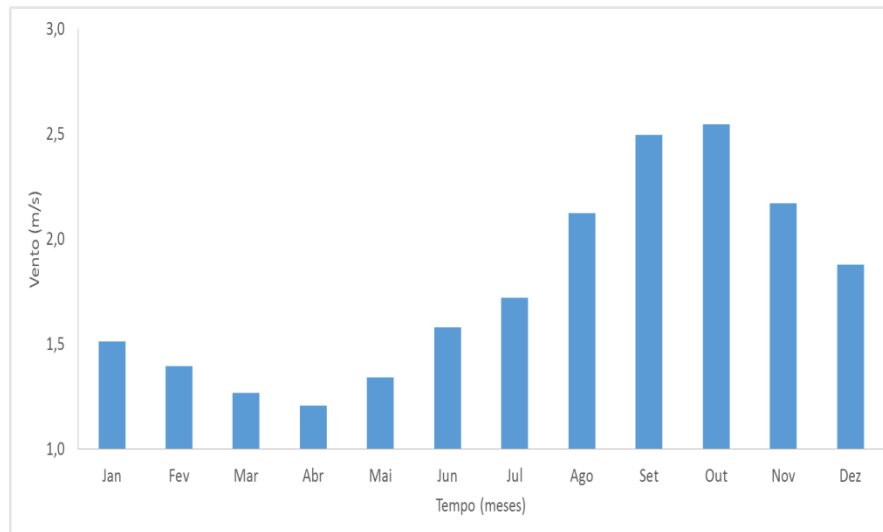
Figura 13: Sazonalidade do total de acidentes hidroviários (a), durante o período de 2008 a 2013 e a climatologia da precipitação para Belém (b).



Fonte: Do autor.

Ainda nesta linha de raciocínio, Sousa *et al.*, (2008) mostraram que os meses que mais ocorreram acidentes hidroviários foram janeiro, março e outubro, devido a diferentes causas determinantes. Além disso, os autores relacionaram as causas dos acidentes de março, com a abundância das águas de março, período de grandes ondas na região segundo eles. Isto parece não representar a causa real do acidente, devido à instabilidade atmosférica e a precipitação serem a característica dominante e onde os ventos horizontais que influenciam na geração das ondas serem de fraca atuação.

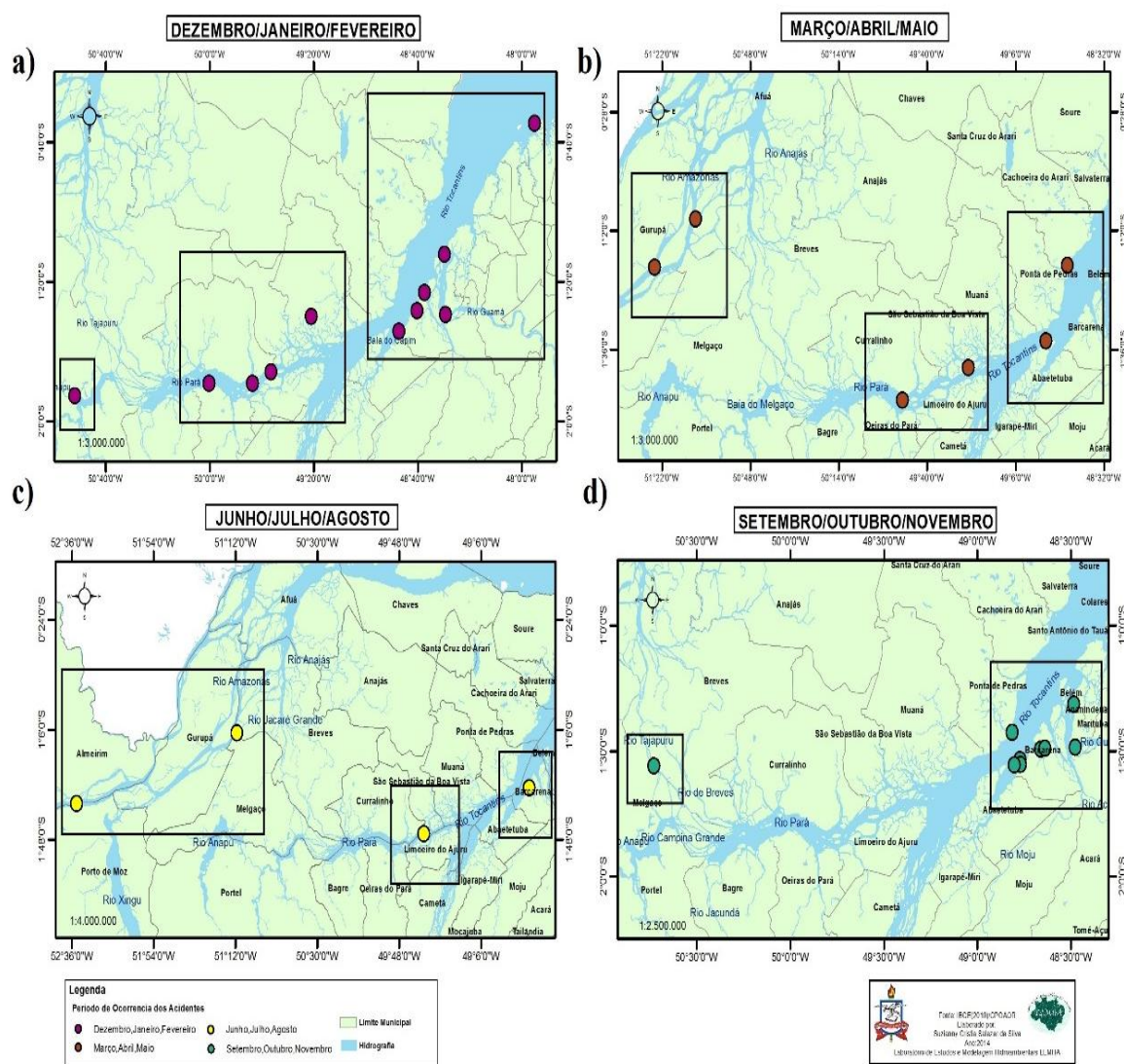
Figura 14: Climatologia do vento horizontal na superfície (1984-2014) para representação da área de estudo.



Fonte: Do autor.

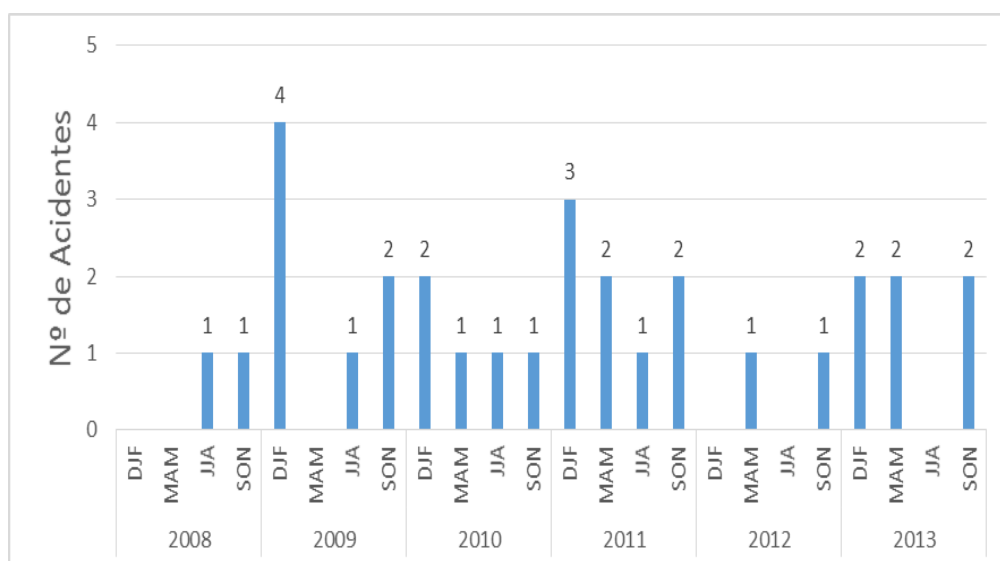
Pode ser notado na figura 16 que a distribuição sazonal da localização dos acidentes em hidrovias paraense, por causa de extremos de tempo revelam maior número em DJF, 11 acidentes nas hidrovias dos rios Tocantins, Amazonas e Pará, MAM com 6, JJA com 4 e SON com 9 acidentes. É interessante notar que no período de maior quantidade de chuva (DJFMAM) os acidentes ocorrem de maneira homogênea nas sub-regiões. No entanto, durante o período de menor precipitação e maior intensidade dos ventos na superfície (JJASON) as sub-regiões 1 e 3 são as que apresentam a maior frequência dos acidentes, devido aos extremos de tempo. De maneira geral, estas características sazonais dos acidentes parecem ter relação com os extremos da morfologia da superfície das hidrovias, acopladas com as condições meteorológicas.

Figura 15: Mapa da localização sazonal dos acidentes hidroviários no período de 2008 a 2013. (a) Dezembro, Janeiro, Fevereiro; (b) Março, Abril, Maio; (c) Junho, Julho, Agosto e (d) Setembro, Outubro, Novembro.



As figuras 15e 17 mostram que as frequências dos acidentes hidroviários variam de um ano para o outro e de estação para estação, com anomalias de precipitação positiva. Em geral, observa-se que a estação chuvosa (DJF) 08/09 (4) 10/11 (3) apresentam as maiores frequências. Pode ser percebido que estes anos estiveram associados a padrões atmosféricos normais e de La Niña, ou seja ocorreram chuvas abundantes que pode ter influenciado no aumento do número de acidentes. Mas, é importante comentar que a anomalia da precipitação mensal relacionada com o número de acidentes pode não refletir totalmente os aspectos sazonais dos acidentes. Pois, estes apresentam em escalas de tempo distintas.

Figura 16: Variabilidade sazonal dos acidentes hidroviários para cada ano do período de 2008 a 2013.



Fonte: Do autor.

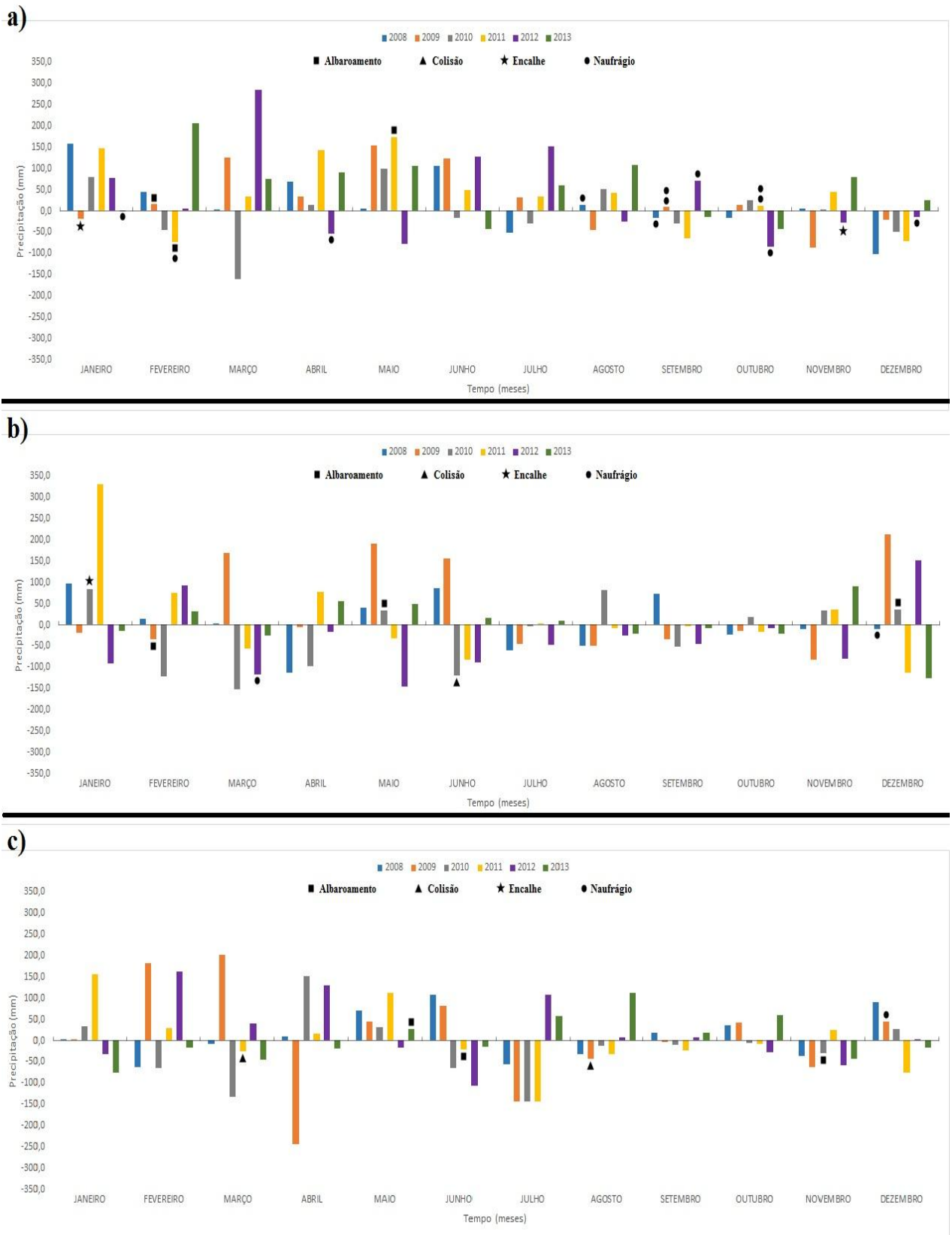
Em geral, a sazonalidade da precipitação mensal para o período de 2008 a 2013 (Figura 17) mostra que a anomalia positiva da precipitação é mais frequente e intensa na subárea 1, principalmente para os meses chuvosos. No entanto, as subáreas 2 e 3 indicam anomalias negativas praticamente em todos os meses do ano. Isto pode estar relacionado com o maior quantitativo de precipitação observada tanto na escala tempo, como de clima e a intensidade dos processos convectivos de mesoescala abordados por Sodré (2013).

Ainda na figura 17 percebe-se a evidência da relação entre a precipitação e os tipos de acidentes por subárea de maneira mais contundente, através da anomalia da precipitação. Nota-se que para a subárea 1 (Figura 17a) o naufrágio apresenta destaque durante os meses menos chuvosos (junho a novembro) e o abalroamento nos meses mais chuvosos (dezembro a maio). No caso das subáreas 2 e 3 observa-se que em sua maioria os acidentes ocorrem no período chuvoso e que a anomalia negativa de precipitação parece ser uma condição favorável a ocorrência dos acidentes do tipo colisão e abalroamento. Assim, verifica-se que a condição atmosférica e as características morfológicas das hidrovias nas subáreas 2 e 3 favorecem aos acidentes de modo diferente da subárea 1.

Os episódios dos acidentes com naufrágio na figura 17a indicam que estes ocorrem no período menos chuvoso da região, quando a precipitação não é mais intensa, mas sim a variável do vento à superfície (Figura 18). No período chuvoso o escoamento da superfície é menos intenso, devido a atuação dos sistemas meteorológicos precipitantes (ZCIT, LI, SCMC, VCAN). No entanto, no período menos chuvoso, com a atmosfera livre de atrito e a aproximação da alta subtropical, o escoamento básico torna-se mais intenso. Isto

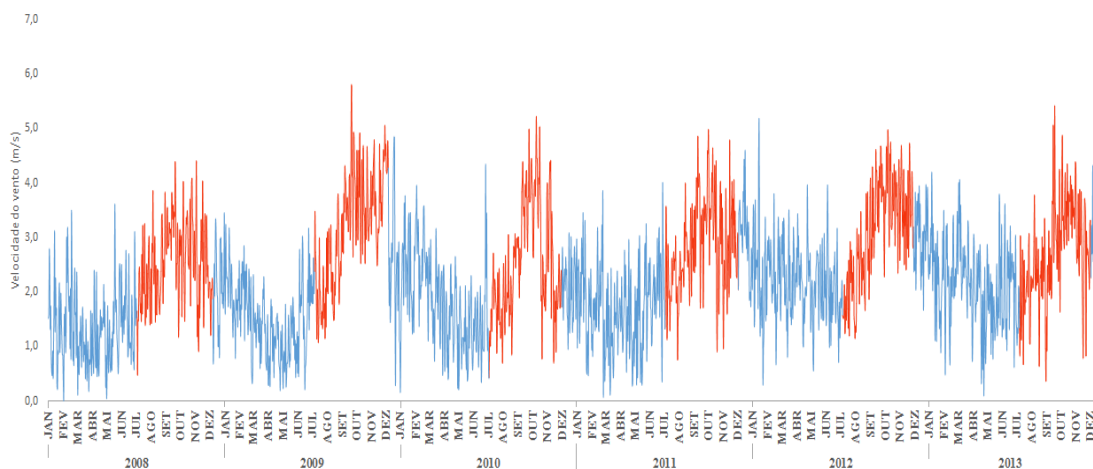
associado ao horário da brisa marítima, intensifica os ventos locais e o transporte de umidade do oceano para a superfície. Por sua vez, os ventos mais intensos produzem ondas gigantes, principalmente na hidrovia da subárea 1.

Figura 17: Anomalia da precipitação mensal para as subáreas 1,2, e 3, e seus respectivos tipos de acidentes hidroviários no período de 2008 a 2013.



Fonte: Do autor.

Figura 18: Distribuição diária do vento horizontal na superfície para a subárea 1 no período de 2008 a 2013 (azul – período chuvoso; vermelho-período menos chuvoso).

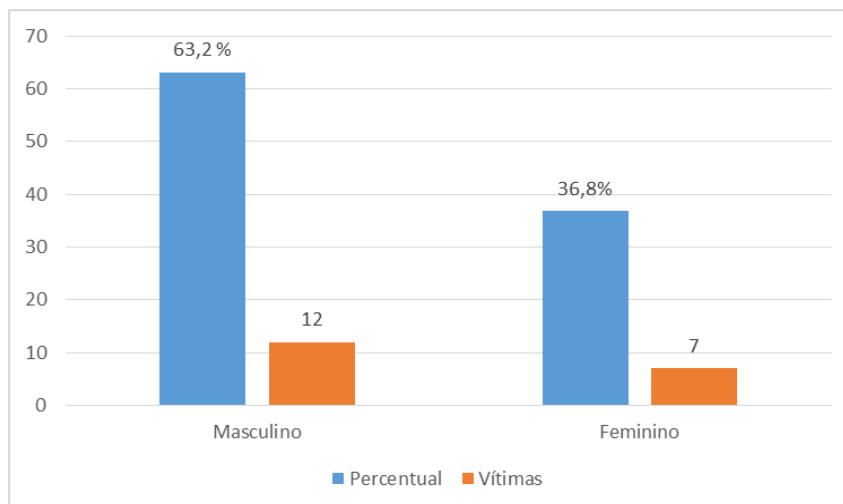


5.1.3 Análise dos Aspectos Socioeconômicos dos Acidentes

Este item apresenta resultados da análise dos aspectos socioeconômicos dos acidentes por transportes hidroviários, a partir dos extremos meteorológicos de modo quantitativo, qualitativo e por classificação de probabilidades para análise de riscos de acidentes, com transportes hidroviários, segundo Padovezi (2003).

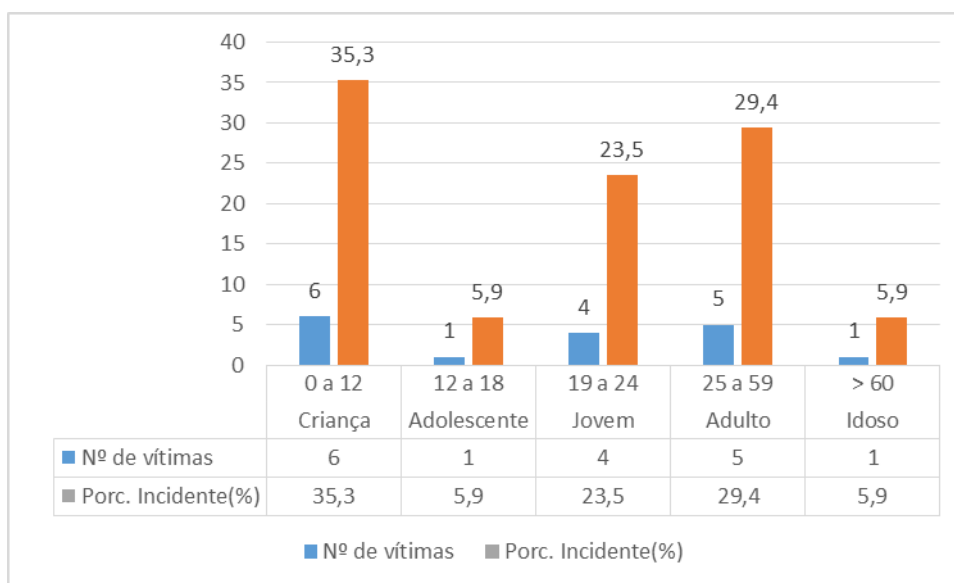
Os acidentes com transportes hidroviários ocorridos no período de 2008 a 2013, por ocasião de extremos meteorológicos, apresentam 19 vítimas fatais, com maior percentual de pessoas do sexo masculino (63%) e menor do sexo feminino (37%) (Figura 19). Estas vítimas concentram-se em maior número entre as crianças e adultos (Figura 20). Estes números podem estar relacionados com o despreparo dessas pessoas que muitas vezes estão descansando na viagem, sem nenhuma segurança no transporte.

Figura 19: Total e percentual de vítimas fatais por sexo, relacionados com os acidentes no período de 2008 a 2013.



Fonte: Do autor.

Figura 20: Total e percentual de vítimas fatais por faixa etária dos passageiros (2008-2013).

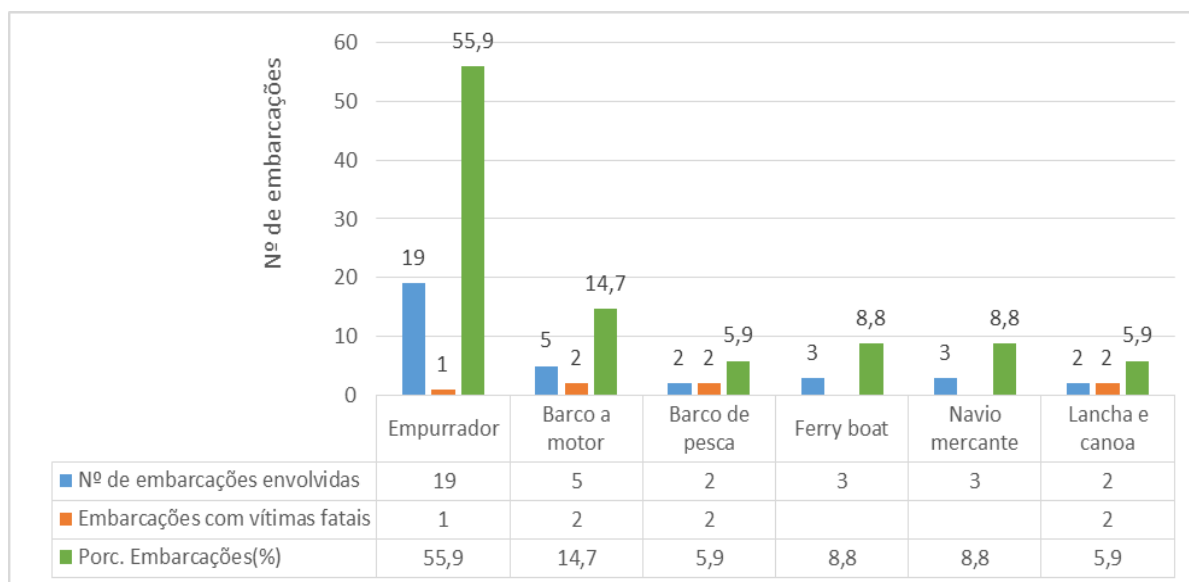


Fonte: Do autor.

Os tipos de embarcações envolvidas nos acidentes na maioria são os empurradores de balsas, com 56%, em seguida os barcos a motor com 15% das embarcações (Figura 21). Estes aspectos sugerem que as sociedades usuárias dos transportes hidroviários correm sérios riscos de morte, devido a atuação dos eventos atmosféricos naturais e o tipo de embarcações de maior transporte de passageiros e cargas. Pode-se notar também que, o número de vítimas nos acidentes foi maior nas embarcações de casco de madeira (Figura 22), onde a estabilidade

é comprometida por não possuir reserva de fluatuabilidade, o que diminui o tempo e as condições de abandono da embarcação e as chances de salvamento.

Figura 21: Total e percentual de embarcações com vítimas fatais, devido os acidentes por transportes hidroviários (2008-2013).



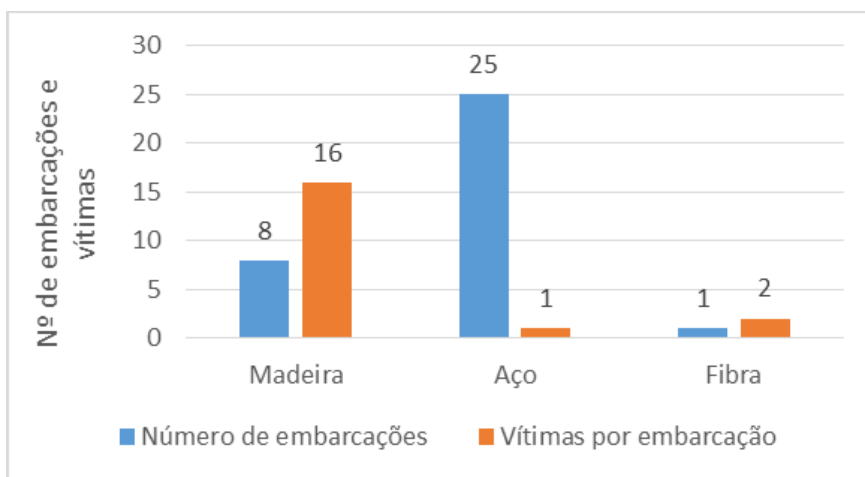
Fonte: Do autor.

As viagens de barco nos rios da Amazônia sempre acabam por durarem horas, até mesmo em dias, contudo, continua sendo o meio de transporte mais comumente usados pelos ribeirinhos. Geralmente, os ribeirinhos optam por esse tipo de modal, isto é uma tradição que passa de geração para geração, se mantendo viva desde a construção de pequenas embarcações particulares como canoas, até as grandes embarcações como barcos a motor, que viabilizam o tempo e conforto daqueles que viajam nelas (TOBIAS *et al.*, 2013 RICOUER, 1978). Assim, o número de passageiros que trafegam pelos rios da Amazônia, diante de uma condição de extremos meteorológicos se torna potenciais vítimas de acidentes nestas embarcações.

As vítimas fatais são em maior número nos transportes de casco de madeira, como pode ser observado na figura 22. Mesmo que o número de acidentes com embarcações de madeira sejam menor, do que os transportes com cascos de aço que representam menor relação com o número vítimas, as embarcações de madeira na região são em maior número. Neste sentido, estes resultados concordam com Sousa *et al.*, (2008) que relatam que mesmo que o número de acidentes com embarcações de casco de aço sejam maioria, esse dado pode ser confundido por desconhecimento da realidade da região, já que essas embarcações possuem

seguro e financiamento, sendo obrigadas a relatar o fato para tal trâmite. Enquanto que, as embarcações de madeira não possuem, haja visto que, a realidade amazônica seja em sua maioria barcos de madeira. Padovezi (2012) mostra que a perda de integridade estrutural em acidentes será mais frequente em embarcações com casco de madeira.

Figura 22: Tipos de cascos das embarcações envolvidas nos acidentes no período de 2008 a 2013.



Fonte: Do autor.

Na análise de riscos de segurança, indicativos de problemas socioeconômicos mostra que os acidentes no período de 2008 a 2013 são caracterizados nos graus de risco com média gravidade e alta gravidade de acordo com a Tabela 8. Os níveis de riscos estimados foram em alto risco, pois a maioria de vítimas fatais se encontravam em barcos de madeira.

Para a perda de integridade classificada como alto risco para as embarcações de madeira, se tornam mais frequentes para este tipo de embarcação a consequência de perda de integridade, pois este risco é baixo para as embarcações de casco de aço. Com relação a perda de estabilidade as observações são de que, ocorre com a mesma frequência para os dois tipos de embarcações, por má distribuição de peso e superlotação esse é um problema desafiador para os rios da Amazônia, pois suas embarcações geralmente são de cargas mistas (SOUSA *et al.*, 2008; ANTAQ, 2013). Segundo Padovezi (2012) os acidentes com embarcações construídas com cascos de madeira e aço representam: a perda de flutuabilidade é bem maior para barcos de casco de madeira, em acidente que afete grande extensão longitudinal pode não dar chance de salvamento com naufrágio devido a continuidades das tábuas de madeira. Os cascos de aço a gravidade é baixa por sua estrutura ser constituída de peças inteiras, soldadas, onde a estanqueidade é mais firme, possuindo compartimentagem para flutuabilidade, sendo projetadas para não afundar.

A integridade estrutural em barcos de madeira é comprometida facilmente na ocasião de colisões, abalroamentos, encalhes entre outros. Assim, com a estabilidade e a estanqueidade, e na falta de estabilidade a embarcação é de fácil emborcamento, principalmente em ocasião de ondas agitadas e ventos forte. E na possibilidade de falta de estanqueidade, a entrada de água é mais rápida no interior da embarcação, por essa não possuir outros compartimentos de vedação, aumentando a possibilidade de naufrágio (PADOVEZI, 2012).

Tabela 8: Aspectos dos riscos de segurança para embarcações, obtido do método de probabilidade para os transportes com cascos de madeira e aço (2008 a 2013).

Aspectos dos riscos para as embarcações com cascos de madeira e aço					
Matriz de consequência	Gravidade alta	Níveis de riscos estimados	Perda de integridade estrutural do casco	Madeira	Aço
				Alto risco	Baixo risco
Matriz de frequência	Frequente		Perda de estabilidade	Alto risco	Médio risco
Caracterização do risco	Alto risco		Perda de estanqueidade	Alto risco	Baixo risco

Fonte: Do autor.

Os municípios amazônicos que fazem uso desse sistema de transporte, apresenta um quadro socioeconômico que depende das principais atividades econômicas, como a pesca, agricultura, artesanato entre outras atividades, tendo a necessidade de comercialização dos seus produtos em outras localidades. Em geral, a população de baixa renda, que não possuem capital para viajar em embarcações mais sofisticadas, navegando em suas embarcações particulares ou embarcações de cargas mistas, uma vez que são as que mais se adaptam as condições de cargas e passageiros, essas são em geral de madeira as quais possuem um risco maior de propensão a acidentes.

A adequação de barcos com sistemas construtivos adequados que possuam características de projeto seguras é uma realidade distante, pois a falta de conforto, higiene e

segurança não justifica valores mais altos cobrados⁵ e, como não há subsídio do governo para uma padronização dos cascos e conseqüentemente da embarcação como um todo, esse processo pode ser muito lento. Porém, como fundamental meio de locomoção de baixo custo, ainda continua sendo o mais utilizado com material em madeira de custo relativamente baixo.

5.2 . Estudos de Casos

Nesta seção serão mostrados dois estudos de casos de acidentes por transportes hidroviários, devido a extremos meteorológicos, umno período chuvoso e outro no menos chuvoso. Estes casos estão relacionados as causas determinantes de extremos de precipitação (caso I) e vento (caso II).

5.2.1 Caso I: Período chuvoso

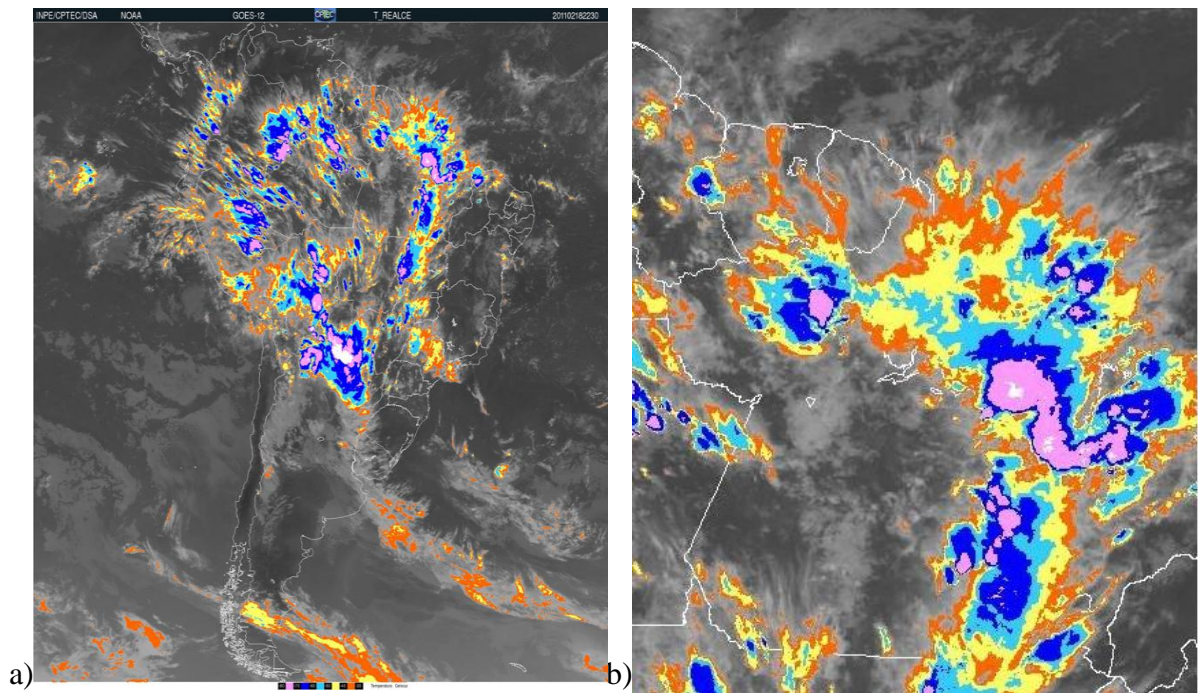
Este acidente ocorreu com um barco de pesca, no dia 18 de fevereiro de 2011 às 19 horas e 40 minutos, na Costa do Taparí, próximo a Ponta da Romana no município de Curuçá (subárea 1), Pará. De acordo com o inquérito da Capitânia dos Portos para este acidente, a causa do acidente tipo naufrágio, foi determinada como “grande instabilidade atmosférica”, levando a óbito, uma vítima do sexo masculino, com 19 anos de idade.

As imagens de satélite no canal do infravermelho mostradas na figura23para o horário das 19 horas e 30 minutos, hora local apresenta intensa atividade convectiva em grande parte do Brasil, especificamente na porção leste do estado do Pará, cobrindo toda região de estudo. É importante comentar, que o mês de fevereiro de 2011 sofre influência da fase fria do ENOS (La Niña), com IOS de $-1,2^{\circ}$ C (NCEP/NCAR) que favorece ao aumento da precipitação. A instabilidade atmosférica observada sobre o Brasil está relacionada a presença de dois sistemas baroclínicos sobre o sul e sudeste do Brasil, mais conhecidos como frentes frias que conectados com a atmosfera amazônica produzem grandes quantidades de nebulosidade e conseqüentemente intensa precipitação. Estas características atmosféricas são comuns durante o período chuvoso de anos de La Niña na região (SOUZA *et al.*, 2000).

⁵.“Como o transporte fluvial é praticamente o único meio de locomoção de baixo custo na região, as embarcações hoje existentes desempenham um papel social relevante para as inúmeras localidades ribeirinhas servidas por elas. Essa realidade amazônica faz com que as embarcações construídas em madeira sejam largamente empregadas no transporte fluvial da região, pela simples natureza de sua construção, pelo custo do material relativamente baixo e pelo modo artesanal como elas são construídas e recuperadas, as embarcações de madeira conquistaram seu espaço na navegação fluvial da região Amazônica”.(ANTAQ, 2013).

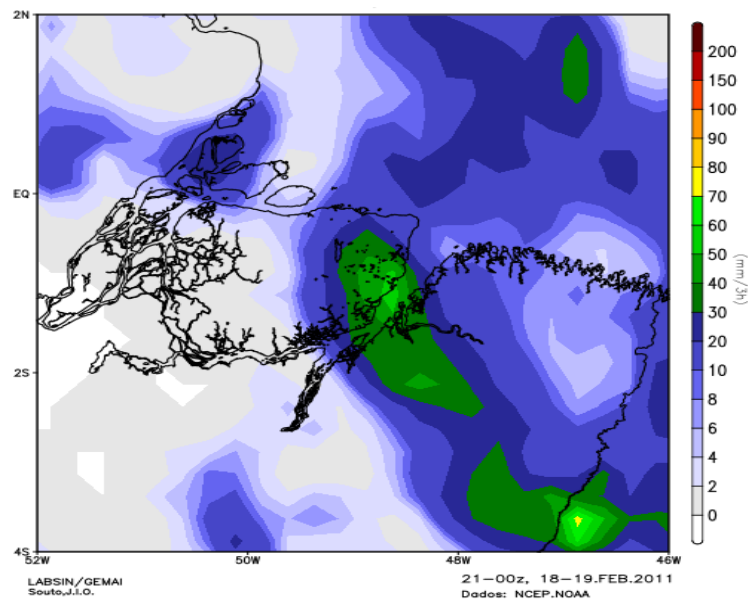
Especialmente, a precipitação acumulada relacionada com o padrão de nebulosidade (fig. 23b) pode ser observado na figura 24, com chuvas em torno de 70 mm/3h e 115 mm/dia na estação do INMET em Belém que está incluída na subárea 1.

Figura 23: Imagens do satélite GOES-12 no Canal Infravermelho, realçada para o dia 18/02/2011 às 22:30 Z (19:30 hora local) (a) e recorte da imagem (a) para o estado do Pará (b).



Fonte: Do autor.

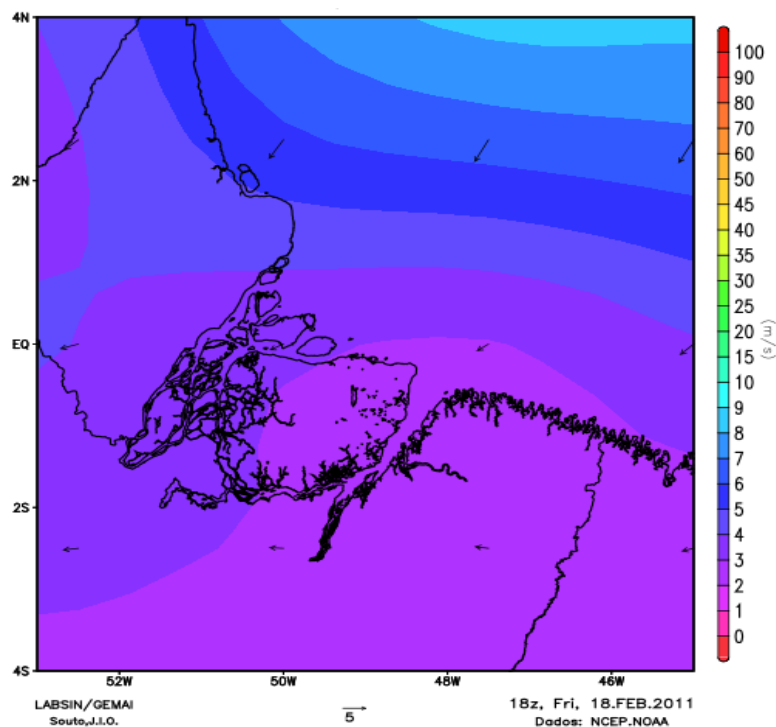
Figura 24 – Precipitação horária (mm/3h), acumulado de 3 horas para o período das 18 às 21 horas local para 18 de fevereiro de 2011. (NCEP/NOAA).



Fonte: Do autor.

A figura 25 mostra que para o caso I o vento a superfície apresentava-se de fraca intensidade e direção este a nordeste na região do acidente (subárea 1). Pode ser notado que os ventos no continente são de menor intensidade do que os que estão sobre o oceano atlântico. Isto pode estar relacionado com a grande quantidade de nebulosidade profunda na baixa atmosfera.

Figura 25: Vento horizontal a superfície (direção e velocidade) em 18 de fevereiro de 2011. (NCEP/NOAA).



Fonte: Do autor.

O tipo de acidente caracterizado como já exposto foi do tipo naufrágio, a NORMAM-09/DPC, esse acidente decorre do afundamento total ou parcial da embarcação por perda de flutuabilidade, decorrente de embarque de água em seus espaços internos devido à adernamento, emborcamento ou alagamento. A embarcação foi classificada de maneira simples, como sendo uma embarcação miúda, por ser um barco de pesca.

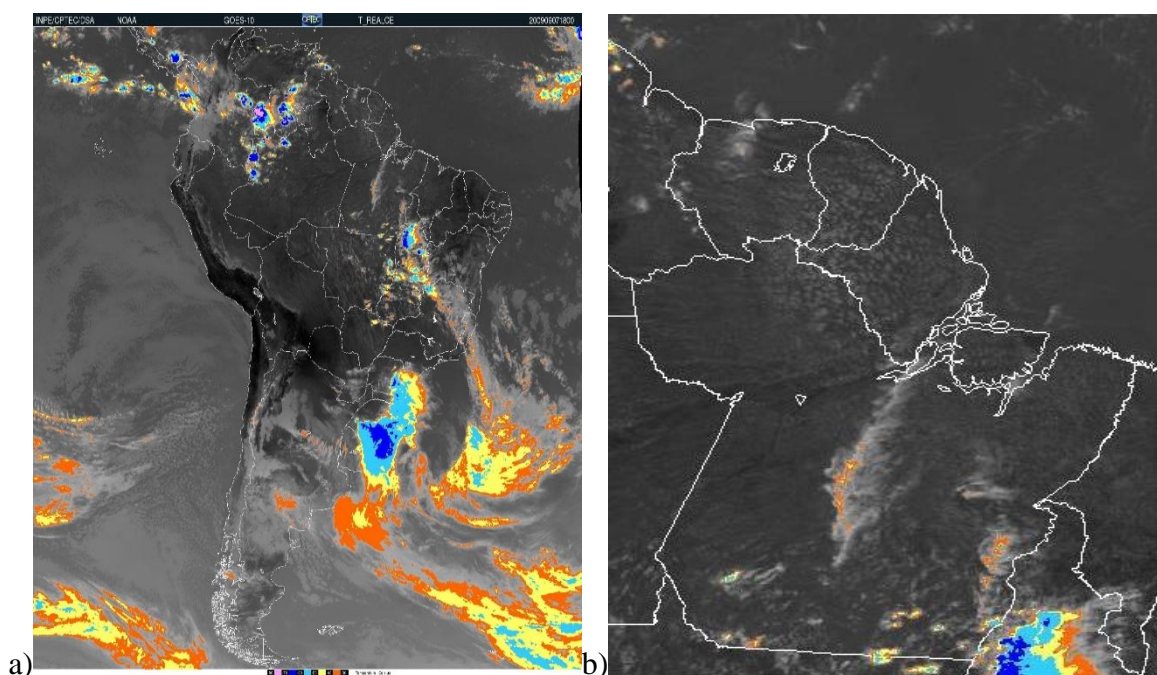
No dia do extremo de precipitação na subárea 1, a maré estava sob condição de baixa com 0,1m às 17 horas e 26 minutos, segundo a tábua de maré do DHN, porém, houve uma evolução para uma alta de maré às 23 horas, com altura de 3,6 metros. Em tese as condições para o acidente podem ter sido propiciadas pelos bancos de areia, entre outros meios de atrito que se tornem mais próximos do fundo da embarcação, provocando o adernamento ou alagamento mesma.

5.2.2 Caso II: Período menos chuvoso

O acidente do caso II ocorreu com um barco à motor no dia 07 de setembro de 2009, às 15 horas local, na Baía do Guajará, próximo ao terminal da SOTAVE em Icoaraci, cidade de Belém, Pará (subárea 1). De acordo com o inquérito da Capitânia dos Portos, a causa que levou ao acidente do tipo naufrágio foi “o grande volume de água que entrou na embarcação, devido a fortes ondas”, levando a óbito uma pessoa do sexo masculino com 21 anos de idade.

Segundo o NCEP/NOAA o IOS de setembro de 2009 foi de $0,8^{\circ}\text{C}$, ou seja, nenhuma relevância com relação a influenciar a atmosfera de estudo, principalmente a época é menos chuvosa, sem atuação de sistemas meteorológicos precipitantes de grande escala. Isto pode ser confirmado nas imagens de satélite (Figura 26). Estas mostram ausência de nebulosidade precipitante na maior parte do Brasil, inclusive na subárea 1, mas com a atuação de dois sistemas frontais no sudeste do Brasil. Além disso, as imagens demonstram que não houve chuva no horário do acidente, lembrando que a causa confirmada pela CPAOR foram ondas agitadas. Além disso, pode-se observar a presença de nuvens altas, tipo alto stratus e cirrus que não provocam chuva.

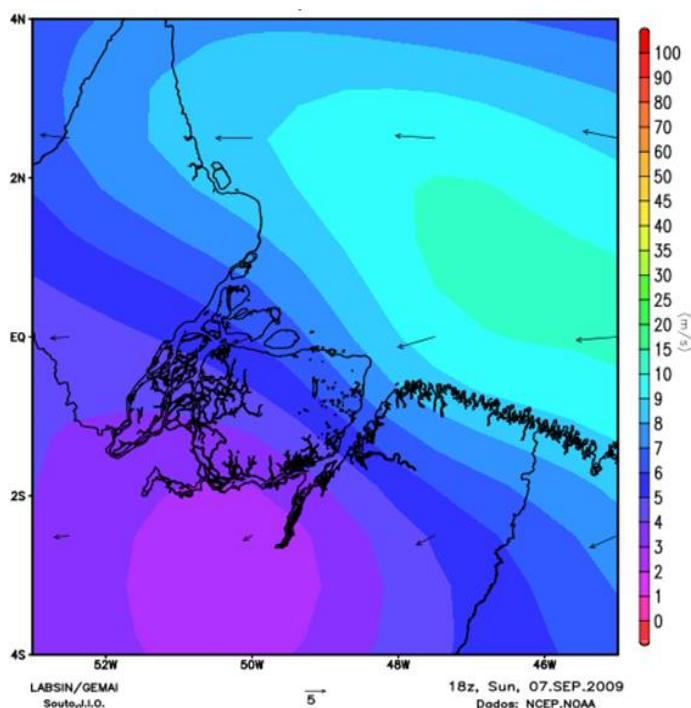
Figura 26 : Imagens do satélite GOES-12 no Canal Infravermelho, realçada para o dia 07/09/2009 às 18:00 Z (15 horas local) (a) e recorte da imagem (a) para o estado do Pará (b).



Fonte: Do autor.

O escoamento na superfície dominante é de este, com intensidade muito superior aos ventos do caso I. Pode ser notado na figura 27 que a intensidade dos ventos na superfície nas proximidades do oceano com o rio Tocantins é bastante acentuada, mesmo em grande escala. Além disso, a estação automática do INMET apresentou ventos de 10,4 m/s na estação de Belém (subárea 1). Estas informações concordam com a causa determinante do acidente pela CPAOR. Segundo Kousky (1980) a brisa marítima pode ser observada no período das 12 às 24 horas, período que compreende o episódio do acidente. Podendo este ter sido intensificado pelos ventos de brisa marítima na região.

Figura 27: Vento horizontal a superfície (direção e velocidade) às 15 horas local do dia 7 de setembro de 2009. (NCEP/NOAA).

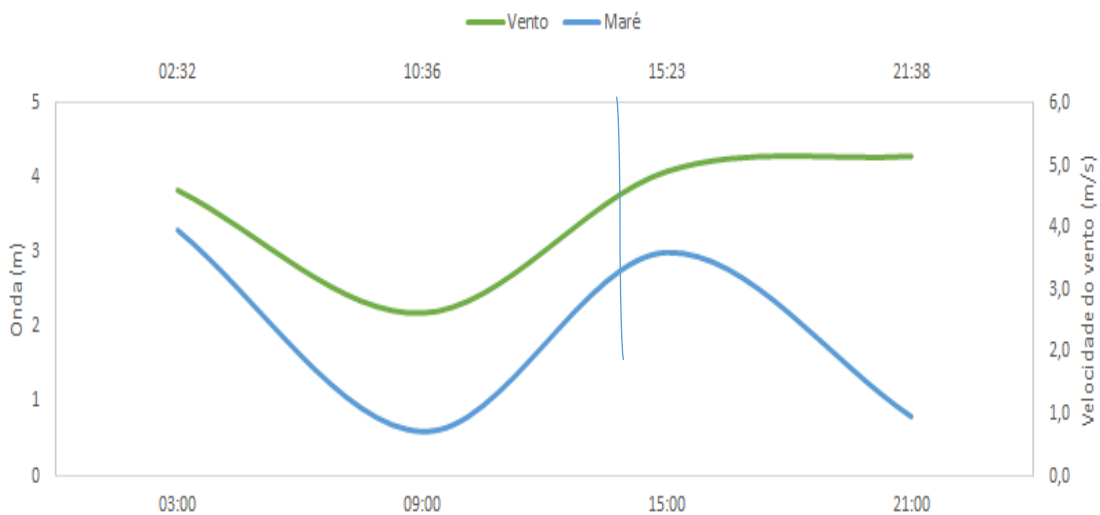


Fonte: Do autor.

Alguns autores, como Ferreira (2006) comenta que o vento é um dos fenômenos mais importantes em nossa atmosfera. Neste caso ele é o precursor para que ocorra ondas agitadas, possuindo uma força perigosa que criam situações de riscos e vulnerabilidade as embarcações pequenas que navegam sob forte ação dos ventos. Franco (1993) menciona que, o vento sopra na superfície do mar formando pequenas ondulações chamadas ondas capilares, com altura de poucos milímetros, essa ondulação pode aumentar a medida em que o vento continua a agir, se tornando assim ondas de gravidade, ondas estas que não cessam com o fim da atuação do vento. De acordo com o CEM (2005), a velocidade do vento, influencia no

tamanho das ondas, assim os ventos intensos formam ondas maiores, para formação de ondas acima de 1 metro é necessária uma velocidade de vento de 10 metros.

Figura 28: Evolução conjunta do nível de maré e a velocidade do vento para o caso II.



Fonte: Do autor.

A dinâmica das ondas mais a variação das marés é importante para o entendimento do que ocorre no momento de agitação. A figura 28 mostra a variação da maré e do vento a superfície na subárea 1 que se pode notar que o horário da maré alta combina com o horário dos ventos mais intensos na região, favorecendo a formação de ondas gigantes e assim provocando o acidente.

Geralmente, os barcos que navegam pelos rios da Amazônia transportam cargas e passageiros e, quando essas cargas não estão afixadas, contribuem para a instabilidade principalmente de frente a precipitação intensa como é o caso I e as ondas agitadas, como foi o caso II. Estas forças atuantes, se tornam dinâmicas na mesma proporção de nivelamento da embarcação sobre a água, provocando o emborcamento da embarcação.

6. CONCLUSÃO

O estudo sobre acidentes com transportes hidroviários, devido as condições de extremos meteorológicos foi analisado para o período de 2008 a 2013, através de dados de inquéritos da Capitânia do Portos da Amazônia Oriental, dados meteorológicos de precipitação e vento à superfície, e imagens de satélites. Neste sentido, foram obtidas as seguintes conclusões gerais e específicas:

6.1. Gerais

- A maioria (60%) dos acidentes apurados pela CPAOR não apresentam causa determinante para os extremos meteorológicos, sugerindo que os pilotos das embarcações não possuem propriedade para diagnosticar as condições atmosféricas e hidrológicas da região. Neste sentido, o período chuvoso parece ser o de maior dificuldade de identificação da causa;
- O maior percentual dos acidentes foram observados na estação chuvosa da região, ou seja, de dezembro a maio no horário da tarde e noite (12 às 24 horas).
- A causa determinante mais frequente para o extremo meteorológico observado foi a instabilidade atmosférica e conseqüentemente a intensa precipitação. Isto estar relacionado com a atuação dos sistemas meteorológicos precipitantes de escala global, sinótica e meso, tais como: a Zona Convergência Intertropical, os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, as Linha de Instabilidade e os Sistemas Convectivos de Mesoescala Circulares;
- O maior número de vítimas dos acidentes estiveram relacionadas com: faixa etária de crianças e adultos; sexo masculino;
- As frequentes embarcações envolvidas nos acidentes foram os empurradores de balsas e barco a motor, porém estes apresentaram o maior número de vítimas associados as embarcações com cascos de madeira;

- A análise dos riscos de probabilidade dos acidentes por transportes hidroviários foram caracterizados nos graus de risco com gravidade média e alta. Os níveis de riscos estimados foram em alto risco, pois a maioria das vítimas fatais se encontravam em barcos de madeira.

6.2. Específicas

- Os acidentes se concentram por ordem decrescente de maior número de acidentes nas subáreas 1, 2 e 3. Isto pode estar relacionado com os extremos de tempo e as diferentes características morfológicas da superfície;

- A subárea 1 apresenta o naufrágio como o tipo de acidente mais frequente, as subáreas 2 e 3, com o abalroamento;

- O maior número de acidentes está concentrado na subárea 1 e pode estar relacionado com o fluxo intenso das embarcações por possui rotas interiores interligadas com o porto de maior movimentação de cargas e passageiros que fica situado na cidade de Belém.

- O extremo meteorológico responsável pelos acidentes nas subáreas estão relacionados com o vento e a precipitação. Na subárea 1, os extremos de vento durante os meses menos chuvosos, nas subáreas 2 e 3 com a anomalia negativa de precipitação.

Este trabalho mostra a importância fundamental do conhecimento e da utilização das características atmosféricas e morfológicas da superfície para a segurança dos transportes hidroviários no nordeste da Amazônia oriental. Assim, o uso por parte dos pilotos das embarcações dos produtos meteorológicos diagnóstico e prognóstico de tempo, e de clima poderá de certa maneira reduzir os acidentes nas hidrovias, devido aos extremos de tempo.

REFERÊNCIAS

- ADLER, R.F. *et al.* The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979-Present). *Journal of Hydrometeorology*, v.4, p.1147- 1167. 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS- ANTAQ. Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros da região amazônica / Agência Nacional de Transportes Aquaviários. – Brasília: ANTAQ, 2013. 108p. : il.
- ALEMCOÃO. A. M., FERREIRA, M. R. P. Algumas características morfológicas da bacia hidrográfica e do percurso do Rio Pinhão. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Congresso Água. Lisboa. Portugal. 1998.
- ALMEIDA, A. Hidrovia Tocantins- Araguaia: importância e impactos econômicos, sociais e ambientais segundo a percepção dos agentes econômicos locais. Tese de doutorado apresentada a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba- São Paulo. 2004.
- ALVES, J. M. B.; CAMPOS, J. N. B.; SOUZA, E. B.; REPELLI, C. A. Produção agrícola de subsistência no estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrência de El Niño e La Nina. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.6, n.2,249-56, 1998.
- ANDREOLI, R.V.; KAYANO, M.T.: ENSO-related rainfall anomalies in South America and associated circulation features during warm and cold Pacific decadal oscillation regimes. *Int. J. Climatology*, v.25, p. 2017-2030.2005
- AQUINO, F. E.; SETZER, A. O Clima da Amazônia Azul. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA Brasília-DF. 2005.
- ARNOLD, J. R. T. Administração de materiais. São Paulo: Atlas, 1999.
- AWAL,Z. I. Zobair Ibn Awal. A Study on Inland Water Transport a Accidents in Bangladesh: Experience of a decade(1995-2005), Bangladesh University of Engineering& Technology, Bangladesh. 2007.
- AYODE, J. O. Introdução a Climatologia para os Trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- BABADÓUPULOS, J.L. REAIS, M. A. S.; Critérios, Normas e Recomendações de Projeto, Construção e Operação de Embarcações Fluviais. *Revista Brasileira de Engenharia- Caderno de Engenharia Nava*. Volume 6/Nº 2- Setembro 1990.
- BARBOSA, R. L. Interação das perturbações convectivas iniciadas na costa Norte do Brasil com Distúrbios Ondulatórios de Leste. 2005. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos. 2005.
- BRASIL, BNDES. Transporte na Região Amazônica. Cadernos de Infra-Estrutura n. 7, BNDES 114 p., Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Portos.

CABRAL JÚNIOR, J. B., ALMEIDA, H. A. Influência do Fenômeno El- Niño sobre o Regime de Pluvial na Microrregião de Sousa, PB. Universidade Estadual da Paraíba. Revista Geonorte. Edição Especial. V.2, N.4, p.904, 2012.

CARMO FILHO, M. M.; ROCHA, A. C. B. SOARES FILHO, A. Qualidade da Infra-estrutura de Transporte Fluvial de Carga e sua Importância para os Pólos de Desenvolvimento. In: Aimberê Freitas e Licínio da Silva Portugal. (Org.). Estudos de Transporte e Logística na Amazônia, 1ª ed., vol. 1, p.145-166, Ed. Novo Tempo, Manaus-AM- 2006.

CAVALCANTI, I. F. A., FERREIRA, N. J., DIAS, M. A. F. S., SILVA, M. G. A. J. Tempo e Clima no Brasil. Ed. Oficina de textos. ISBN 978-85-86238-92-5. São Paulo, 2009.

CAMPONOGARA, G. Extremos de precipitação diária em Belém Pará e estrutura vertical da atmosfera. Dissertação IAG/USP. 2012

CECATTO, C. A Importância do Transporte Marítimo no Brasil. Inbound/Outbound da Qualilog. Revista Eng. Where nº 23. 2002. Acesso em 05/03/2014<http://www.ecivilnet.com/artigos/pdf/importancia_do_transporte_maritimo_no_brasil.pdf>

CHOPRA, S. e MEINDL, P. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações. 4e.d. São Paulo: Pearson, 2011.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C. A.: Environmental conditions associated with Amazonian squall lines: a case study. Mon. Wea. Rev., v.123, n. 11, pp. 3163 – 174, 1995.

COHEN, J.C.P.; Silva Dias, M.A.F.; Nobre, C.A. Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia. Climanálise - Boletim de Monitoramento e Análise Climática, 1989.

COUTINHO, L. Vidas à deriva. Já vai tarde. O fim melancólico do ditador que isolou Cuba e hipnotizou a esquerda durante 50 anos. VEJA. Ed. Abril. São Paulo, ano 41, nº 8, p. 66, 27 de fevereiro de 2008.

DAVIES, J.L. A morphogenetic approach to world shorelines. Z. Geomorph, n. 8, 1964.

DAVIS, R. A. e HAYES, M.O. What is wave dominate coast? Marine Geology, 1984.

ENGENHARIA DE PRODUCAO. Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial. Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

ERAGÓN, L. E.; CLÜSENER- GODT, M.(Orgs.) Problemática do uso da água da Amazônia. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos- NAEA. Universidade Federal do Pará- UFPA. co- Ed. UNESCO. Belém, 2003. 504

FERREIRA, Alex Nunes. Estudo de Acidentes na Hidrovia Tietê- Paraná: Aspectos Preventivos – Dissertação(Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. São Paulo, 2000. 168 p.

FERREIRA, D. Eventos extremos da zona de convergência intertropical sobre o atlântico duranteo período chuvoso da Amazônia. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Programa de Pós-graduação, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

FISCH, G.; MARENGO, J. M.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. Acta Amazônica, v.28, n.2, p.101-126. 1998.

GLANDZ, M. H. Currents of change: impacts of El Niño and La Niña on climate and society. 2.ed. Cambridge: University, 2001. 252p.

GRIMM, A. M.; Interannual climate variability in South America: impacts on seasonal precipitation, extreme events, and possible effects of climate change. Stoch Environ Res Risk Assess. 25:537–554. DOI: 10.1007/S00477-010-0420-1. 2011.

GRIMM, A. M, VR BARROS & ME DOYLE. 2000. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. J. Climate, 13:35-58

GRIMM, A. M. SET FERRAZ & J GOMES. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. J. Climate, 11:2863-2880. 1998

GRIMM, A. M., FERRAZ, S. E. T., and GOMES, J., 1998: Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events. J. Climate, Program of Research Fellowships CNPq-UFPR, Parana, Brazil.11, 2863–2880. doi: [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442\(1998\)011<2863:PAISBA>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442(1998)011<2863:PAISBA>2.0.CO;2)

HAYES, M. O. Morphology of sand accumulations in estuaries: an introduction to the symposium. Estuarine Research. Vol. 2. Academic Press, New York, N. Y. 1975.

HOREL, J.D.; HAHMANN, A.N.; GEISLER, J.E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical. Americas. Journal of Climate, 1388 - 1403, 1989; INPE. Revista Brasileira de Meteorologia; Vol. 2, 107- 1 17. São José dos Campos, SP. 1987.

Hutyra, L. R., J. W. Munger, C. A. Nobre, S. R. Saleska, S. A. Vieira, S. C. Wofsy, 2005: Climatic variability and vegetation vulnerability in Amazônia. Geophys. Res. Lett. 32, L24712, doi:10.1029/2005GL024981, 2005

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2013. The physical Science Basis.

JOYCE, R.J.; JANOWIAK, J.E.; ARKIN, P.A.; XIE, P. 2004. CMORPH: a method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution. Journal of Hydrometeorology, Boston, v. 5, n. 3, june, p. 487-503

KEEDI, S. & MENDONÇA, P. C. C. Transporte e Seguros no Comercio Exterior, 2ª ed., Editora Aduaneiras, São Paulo, 2000.

- KOUSKY, V. E.; I.F.A. CAVALCANTI. "Precipitation and Atmospheric Circulation Anomaly Patterns in the South American Sector". *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol. 3: 199-206. 1988
- LIEBMANN, B. SMITH, C. *Bulletin of the American Meteorological Society*. Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences. NOAA/ ERL/ CDC. University of Colorado. Boulder, Colorado. Vol. 77, N° 6, June 1996.
- MACHADO, L. A. T.; ROSSOW, W. B. Structural characteristics and radiative properties of tropical cloud clusters. *Monthly Weather Review*, v. 121, p.3234-3259. 1993.
- MADDOX, R. A. Mesoscale convective complexes. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, v. 61, p. 1374-1387, 1980.
- MARENGO, J. NOBRE, C.A., CULF, A.D. Climatic impacts of "Fragens" info restand deforest ed areas of the Amazon Basin. submetido ao *Journal of Climate*, 1996;
- MARENGO, J.A., 2004: Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. *Theor. Appl. Climatology*, DOI:10.1007/s00704-004-0045-8.
- MARQUES, J, SALATI, E., SANTOS, J.M. Cálculo da evapotranspiração real na Bacia Amazônica através do método aerológico. *Acta Amazônica*, 10(2): 357 - 361, 1980;
- MARTINS, S. E. M. *Geomorfologia e Sedimentologia dos Depósitos Sedimentares Recentes da Porção Superior do Estuário do Rio Pará (Baía de Marajó, Amazônia)*. Porto Alegre: IGEO/ UFRGS, 2010.
- MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. P. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: Cavalcanti, I. F. A.; Ferreira, N. J.; Silva, M. G. A. J.; Silva Dias, M. A. F. *Tempo e Clima no Brasil no Brasil*. Oficina de Textos, 2009.
- MOLION, L. C. B. ;& BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. *Congresso Brasileiro de meteorologia*, p. 1334-42, 2000.
- MOLION, L. C. B. Climatologia dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.2, p.107-117. 1987.
- MOULION, L. C. B. A Amazônia e o clima da terra. *Ciência Hoje*. 1988.
- NAZARÉ, R. *O Complexo Amazônico e sua Navegação Interior*. Belém- Pará. CEJUP. 1993
- NOVAES, A. G. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2004.
- OLIVEIRA, A.S.; NOBRE, C.A. Meridional penetration of frontal system in south America and its relation to organized convection in the Amazon. São José Dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE 3407-PRE/674. 1986.

PADOVEZI, C.D. Conceito de embarcações adaptadas à via aplicado à navegação fluvial no Brasil/ C. D. Padovezi. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. – ed. rev. – São Paulo, 2003.

PATRÍCIO, J. C. S. O Transporte Fluvial Misto na Amazônia: Aspectos Socioeconômicos do Trecho Belém - Acará. Tese de Mestrado em Economia, Universidade da Amazônia, Belém, 2007.

PEREIRA, J. C. R. Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 2001. 157p

PINHEIRO, R. D., Análise do comportamento hidrodinâmico e sedimentológico do estuário do rio Piranji- CE (NE/ Brasil). Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003.

PINTO, L. A. F. LEE, J. M. JONQUA, J. P. C. B. A importância do Transporte Fluvial para a unidade operacional da Amazônia. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ACESSIBILIDADE INTRA-REGIONAL: modos de vida, tradição e modernidade no transporte fluvial na Região do Baixo Amazonas-PA, 2011.

PLANAVE, S. A. Estudo de Impacto Ambiental para a Implantação do Terminal Portuário Graneleiro de Barcarena- Pará. 2005

RAMIREZ, M.C.V. : Padrões Climáticos dos Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis no Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, 132 p, (INPE-6408-TDI/618) – São José dos Campos – SP. 1996.

RICOEUR, Paul, O Conflito das Interpretações: Ensaio de hermenêutica. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1978.

ROCHA, A. G.; GANDU, A. W. South Atlantic Convergence Zone, In: Climanálise - Edição Especial. CPTEC/INPE, p. 140-142. 1996.

ROLIM, P. A. M. SANTOS, D. M. ROCHA, E. J. P. Variabilidade da Precipitação na Amazônia: Implicações Socioeconômicas. Congresso Brasileiro de Meteorologia- CBMET. Edição XIV - Florianópolis – 2006.

ROPELEWSKI, CF & MS HALPERT. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. Mon. Weather Ver., 115:1606-1626.

SADOURNY, R. O clima da terra. Lisboa: Instituto Piaget, 1994.

SODRÉ, G. R. C., Estudo da convecção de mesoescala em diferentes superfícies na Amazônia Oriental. Universidade federal do Pará. Belém- Pará, 2013.

SOUZA, J. C. R., ALMEIDA, R. A. Vazante e enchente na Amazônia brasileira: Impactos ambientais, sociais e econômicos. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

SOUSA, A. C.; SILVA NETO, M. C.; MORAES, H. B. Análise da Segurança das Embarcações da Amazônia. 22º Congresso Nacional de Transportes Aquaviários, Construção Naval e Offshore- SOBENA- Sociedade Brasileira de Engenharia Naval. Rio de Janeiro- RJ. 2008.

SOUSA, J. R. A; ALMEDA, R. M. B.; ROLIM, P. A. M. Influência do DIPOLO DO ATLÂNTICO nas Precipitações do Leste da Amazônia/Litoral Norte Brasileiro (Macapá-AP, Belém-PA e São Luis-MA), 2005.

SOUZA, E.; KAYANO, M.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. *Acta Amazônica*, v. 30, n. 2, p. 305-318. 2000.

SOUZA; E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19, n.2, p.113- 122. 2004.

SCHWEIGHOFER, J. Impacts of extreme weather and climate change on inland waterway transport. Springer Science Business Media Dordrecht. *Natural Hazards Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural* 2007.

TOBIAS, M. S. G., SILVA, N. F., RODRIGUES, D. S., ACESSIBILIDADE INTRA-REGIONAL: Modos de vida, tradição e modernidade no transporte fluvial na região do Baixo Amazonas. Vol. 2. UNAMA-Universidade da Amazônia, 2013.

UVO, C. R. B. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da Região Norte do Nordeste Brasileiro. Dissertação de Mestrado - INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1989

WILKS, D. S. *Statistical Methods in the Atmospheric Science*. Ed. International Geographics Series, Vol. 59, Academic Press, 2006.

Centro de estudos do Mar. Universidade Federal do Paraná <http://www.cem.ufpr.br/praiapagina/pagina.php?menu=ondas_formacao> acessado em 20 de outubro de 2014.

Transportes na Região Amazônica. Rio de Janeiro, 1998. <http://www.bndespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/convencimento/cadernos/aicad_07.pdf>, acesso em 05/03/2014.

National Oceanic and Atmospheric Administration. National weather service. Climate Predictions center. Cold & warm episodes by season. <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml> acesso em 20 de novembro de 2014.

Agência Nacional de Águas. <<http://www.ana.gov.br/PortalSuporte/frmSelecaoEstacao.aspx>> ,acesso em 14 de maio de 2014.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. Laboratório de Sensoriamento RemotoAplicado à Agricultura e Floresta-LAF.<<http://www.dsr.inpe.br/laf/series/mapa.php>>, acesso em 14 de maio de 2014.

TRIBUNAL MARÍTIMO, Anual de Jurisprudência nº 2.918. Abalroamento em canal estreito. Embarcação de vela e outra de propulsão mecânica navegando em rumos opostos. Manobra desaconselhada executada pelo veleiro, causando abalroamento. Velocidade excessiva da segunda. Condenação. Piauí, 18 de novembro de 1955 <<https://www.mar.mil.br/tm/download/anuario/1958/2918.pdf>>, acesso em 12 de março de 2015.

ANEXOS

DADOS SOLICITADOS
INQUÉRITO ADMINISTRATIVO SOBRE ACIDENTES E FATOS DA
NAVEGAÇÃO (IAFN)

NÚMERO DE INQUÉRITOS ANUAL

2008 – 49
2009 – 138
2010 – 156
2011 – 133
2012 – 55
2013 – 52

DATA E HORA DOS ACIDENTES

2008

IAFN 30 – Por volta de 1h do dia 6-8-2008
IAFN 36 – Por volta das 10h do dia 3-9-2008
IAFN 47 – Por volta das 21h do dia 15-12-2008

2009

IAFN 4 – Por volta das 8h do dia 19-1-2009
IAFN 17 – Por volta das 22h do dia 15-2-2009
IAFN 21 – Por volta das 16h30min do dia 17-2-2009
IAFN 22 – Por volta das 19h30min do dia 26-2-2009
IAFN 101 – Por volta das 15h do dia 23-8-2009
IAFN 106 – Por volta das 15h do dia 7-9-2009
IAFN 115 – Por volta das 17h do dia 27-9-2009
IAFN 135 – Por volta das 17h30min do dia 6-12-2009

2010

IAFN 1 – Por volta das 10h35min do dia 30-12-2009
IAFN 3 – Por volta das 23h do dia 13-1-2010
IAFN 57 – Por volta das 6h do dia 28-3-2010
IAFN 80 – Por volta das 4h10min do dia 7-5-2010
IAFN 91 – Por volta das 0h15min do dia 23-6-2010
IAFN 145 – Por volta das 17h30min do dia 13-11-2010

2011

IAFN 29 – Por volta das 19h40min do dia 18-2-2011
IAFN 45 – Por volta das 2h do dia 30-3-2011
IAFN 51 – Por volta das 18h30min do dia 9-5-2011
IAFN 70 – Por volta das 7h do dia 2-6-2011
IAFN 89 – Por volta das 19h40min do dia 18-2-2011
IAFN 107 – Por volta das 9h do dia 9-10-2011
IAFN 112 – Por volta das 6h30min do dia 22-10-2011

2012

IAFN 1 – Por volta das 22h do dia 23-11-2011
IAFN 2 – Por volta das 17h do dia 22-12-2011
IAFN 20 – Por volta das 16h30min do dia 30-3-2012



2013

IAFN 3 – Por volta das 5h40min do dia 9-1-2013
IAFN 16 – Por volta das 16h do dia 18-4-2013
IAFN 20 – Por volta das 21h do dia 12-5-2013
IAFN 37 – Por volta das 22h do dia 16-9-2013
IAFN 43 – Por volta das 21h do dia 19-10-2013

TIPOS DE EMBARCAÇÕES ENVOLVIDAS NOS ACIDENTES**2008**

IAFN 30 – Um Empurrador com uma Balsa
IAFN 36 – Um Empurrador com duas Balsas
IAFN 47 – Um Empurrador com uma Balsa

2009

IAFN 4 – Um Ferry Boat
IAFN 17 – Dois Empurradores com duas Balsas cada um
IAFN 21 – Um Empurrador com uma Balsa e uma Canoa
IAFN 22 – Dois Empurradores com duas Balsas cada um
IAFN 101 – Um Empurrador
IAFN 106 – Um Barco a motor
IAFN 115 – Um Ferry Boat
IAFN 135 – Uma Lancha

2010

IAFN 1 – Um Navio Mercante
IAFN 3 – Um Empurrador com duas Balsas
IAFN 57 – Um Barco de pesca
IAFN 80 – Um Empurrador com uma Balsa
IAFN 91 – Um Empurrador com uma Balsa
IAFN 145 – Um Empurrador com uma Balsa e um Barco a motor

2011

IAFN 29 – Um Empurrador com três Balsas
IAFN 45 – Um Navio Mercante
IAFN 51 – Um Barco de pesca
IAFN 70 – Um Empurrador
IAFN-89 – Um Barco de pesca
IAFN 107 – Um Empurrador
IAFN 112 – Um Empurrador

2012

IAFN 1 – Um Barco a motor
IAFN 2 – Um Empurrador
IAFN 20 – Um Navio Mercante

2013

IAFN 3 – Um Empurrador e uma Balsa
IAFN 16 – Um Barco a motor
IAFN 20 – Um Barco a motor
IAFN 37 – Um Ferry Boat e Um Empurrador
IAFN 43 – Um Empurrador e uma Balsa



LOCAL DO ACIDENTE

2008

- IAFN 30 – Baía do Marajó próximo do furo do Arrozal
- IAFN 36 – Baía do Marajó próximo da praia do Caripi
- IAFN 47 – Proximidades da Vila do Malato-PA

2009

- IAFN 4 – Ilha de Tatuoca em águas da ilha de Mosqueiro
- IAFN 17 – Rio Pará, próximo da ilha de Saracura
- IAFN 21 – Próximo do porto da LINAVE, orla fluvial de Belém
- IAFN 22 – Rio Pará, próximo da ilha de Inajatuba
- IAFN 101 – Furo do Tajapurú, próximo da ilha Matuquara
- IAFN 106 – Baía do Guajará, próximo do terminal da SOTAVE - Icoaraci
- IAFN 115 – Baía do Marajó, próximo do porto de Vila do Conde
- IAFN 135 – Rio Anapú, próximo do porto da SEFA na cidade de Portel

2010

- IAFN 1 – Rio Pará, próximo da ilha de Paquetá
- IAFN 3 – Rio Pará, próximo da ilha Itaboca e ponta do Tapera
- IAFN 57 – Canal do Quiriri
- IAFN 80 – Rio Pará, furo da Jararaca, próximo do porto Cajuba
- IAFN 91 – Rio Pará, próximo da ilha de Paquetá
- IAFN 145 – Rio Tajapurú, próximo a volta do furo do Macujubin

2011

- IAFN 29 – Baía do Marajó, próximo do furo do Carnapijô e pedra da Machadinha
- IAFN 45 – Rio Ituquara, zona rural do Município de Breves-PA
- IAFN 51 – Rio Pará, próximo da ilha do Capim
- IAFN 70 – Rio Amazonas, próximo da boca do Guajará, Município de Almerim
- IAFN 89 – Costa do Estado do Pará, baía de Tapari próximo da ponta da Romana
- IAFN 107 – Baía do Marajó, próximo do furo do Arrozal
- IAFN 112 – Baía do Marajó, próximo do porto de Vila do Conde

2012

- IAFN 1 – Baía do Marajó próximo do farolete do Capim e Vila do Conde
- IAFN 2 – Baía do Marajó, próximo do furo do Arrozal
- IAFN 20 – Rio Pará, entre a boia de Jutá e as ilhas Mucuras, próximo do Município de Curralinho

2013

- IAFN 3 – Baía do Marajó, em Vila do Conde
- IAFN 16 – Rio Arari, próximo da cidade de Cachoeira do Arari
- IAFN 20 – Rio Amazonas, de través com a ponta Oeste da ilha Urutá
- IAFN 37 – Rio Guamá, orla fluvial de Belém, próximo da UFPA
- IAFN 43 – Baía do Marajó, próximo do farolete do Itaguari

TIPOS DE ACIDENTES

2008

- IAFN 30 – Naufrágio
- IAFN 36 – Naufrágio
- IAFN 47 – Naufrágio



2009

IAFN 4 – Encalhe
IAFN 17 – Abalroamento
IAFN 21 – Abalroamento
IAFN 22 – Abalroamento
IAFN 101 – Colisão
IAFN 106 – Naufrágio
IAFN 115 – Naufrágio
IAFN 135 – Naufrágio

2010

IAFN 1 – Abalroamento
IAFN 3 – Encalhe
IAFN 57 – Naufrágio
IAFN 80 – Abalroamento
IAFN 91 – Colisão
IAFN 145 – Abalroamento

2011

IAFN 29 – Abalroamento
IAFN 45 – Colisão
IAFN 51 – Abalroamento
IAFN 70 – Abalroamento
IAFN 89 – Naufrágio
IAFN 107 – Naufrágio
IAFN 112 – Naufrágio

2012

IAFN 1 – Encalhe
IAFN 2 – Naufrágio
IAFN 20 – Naufrágio

2013

IAFN 3 – Naufrágio
IAFN 16 – Naufrágio
IAFN 20 – Abalroamento
IAFN 37 – Naufrágio
IAFN 43 – Naufrágio

**Nº DA CARTA NÁUTICA DA DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E
NAVEGAÇÃO (DHN)**

2008

IAFN 30 – 304
IAFN 36 – 304
IAFN 47 – 304

2009

IAFN 4 – 316
IAFN 17 – Não Cartografado
IAFN 21 – 306
IAFN 22 – 306
IAFN 101 – 4343



IAFN 106 – 316
IAFN 115 – 304 ou 305
IAFN 135 – 42

2010

IAFN 1 – 306
IAFN 3 – 305
IAFN 57 – 40
IAFN 80 – 305
IAFN 91 – 305
IAFN 145 – 4343

2011

IAFN 29 – 304
IAFN 45 – 243
IAFN 51 – 304
IAFN 70 – 4102/AB
IAFN 89 – 302
IAFN 107 – 316
IAFN 112 – 304

2012

IAFN 1 – 304
IAFN 2 – 316
IAFN 20 – 306

2013

IAFN 3 – 304
IAFN 16 – LAT 00°59'106"S e LONG 048°57'642"W
IAFN 20 – 244
IAFN 37 – 320
IAFN 43 – 304

CAUSA DETERMINANTE

2008

IAFN 30 – Modificações atmosféricas ocorrida na baía do Marajó com fortes ventos e altas ondas.
IAFN 36 – Condição climática com fortes ventos e ondas.
IAFN 47 – Mudança do tempo com fortes ventos e grandes ondas.

2009

IAFN 4 – Erro de navegação imposta pelo mau tempo.
IAFN 17 – Falta de vigilância e negligência.
IAFN 21 – Imprudência.
IAFN 22 – Falta de vigilância e negligência.
IAFN 101 – Não foi possível apontar.
IAFN 106 – Grande volume de água que entrou na embarcação devido às fortes ondas.
IAFN 115 – Não foi possível apontar.
IAFN 135 – Imprudência em transportar passageiros sem coletes em condições desfavoráveis de tempo.



2010

IAFN 1 – Não foi possível apontar.
IAFN 3 – Negligência do comandante que em razão do mau tempo, fez com que perdesse o controle da navegação e encalhasse.
IAFN 57 – Não pôde ser determinada.
IAFN 80 – Não pôde ser determinada.
IAFN 91 – O mau tempo.
IAFN 145 – Imprudência do comandante.

2011

IAFN 29 – Não pôde ser determinada.
IAFN 45 – Erro de navegação.
IAFN 51 – No momento do acidente encontrava-se no canal de navegação em período noturno e com visibilidade restrita.
IAFN 70 – Não pôde ser determinada.
IAFN 89 – Grande instabilidade atmosférica.
IAFN 107 – Embarcação mau navegada.
IAFN 112 – Desgaste do cabo de aço.

2012

IAFN 1 – Contribuiu o mau tempo e a baixa visibilidade que pairava na região.
IAFN 2 – Não pôde ser determinada, mas há indícios de que as fortes ondas faziam entrar água no Empurrador e o mau tempo na região.
IAFN 20 – Não pôde ser determinada.

2013

IAFN 3 – Erro de navegação.
IAFN 16 – Navegação com os porões vazios, sem lastro, excesso de passageiros em redes no convés e ainda a forte correnteza e o remanso existente no local.
IAFN 20 – Negligência e imprudência dos comandantes das embarcações.
IAFN 37 – Não pôde ser determinada.
IAFN 43 – Ruptura dos cabos que atrelavam o Empurrador à Balsa afetando a estabilidade do Empurrador, causando o naufrágio em razão da forte correnteza, ventos fortes, águas agitadas e ondas altas.

NÚMERO DE VÍTIMAS E IDADE

2008

IAFN 30 – Zero
IAFN 36 – 1 vítima fatal, sexo Masculino, idade não informada
IAFN 47 – Zero

2009

IAFN 4 – Zero
IAFN 17 – Zero
IAFN 21 – 1 desaparecido, sexo masculino, idade não informada
IAFN 22 – Zero
IAFN 101 – Zero
IAFN 106 – 1 vítima fatal, sexo Masculino, 21 anos
IAFN 115 – Zero
IAFN 135 – 2 vítimas fatais. 1 bebê com 6 meses de idade do sexo Masculino e a outra com 20 anos do sexo Masculino



2010

IAFN 1 - Zero
IAFN 3 - Zero
IAFN 57 - Zero
IAFN 80 - Zero
IAFN 91 - Zero
IAFN 145 - Zero

2011

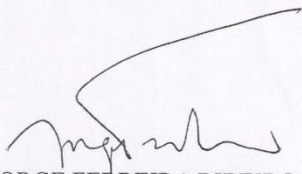
IAFN 29 - Zero
IAFN 45 - Zero
IAFN 51 - 1 vítima fatal com 33 anos do sexo Masculino
IAFN 70 - Zero
IAFN 89 - 1 vítima fatal com 19 anos do sexo Masculino
IAFN 107 - Zero
IAFN 112 - Zero

2012

IAFN 1 - Zero
IAFN 2 - Zero
IAFN 20 - Zero

2013

IAFN 3 - Zero
IAFN 16 - 12 vítimas fatais. 1 vítima do sexo masculino com 4 anos de idade, duas vítimas do sexo feminino com 6 anos de idade, uma vítima do sexo masculino com nove anos de idade, uma vítima do sexo feminino com 10 anos de idade, uma vítima do sexo feminino com 13 anos de idade, uma vítima de 19 anos de idade do sexo feminino, uma de 36 anos do sexo feminino, um de 40anos de idade do sexo masculino, um de 52 anos do sexo masculino, um de 55 anos do sexo masculino e uma de 65 anos do sexo feminino.
IAFN 20 - Zero
IAFN 37 - Zero
IAFN 43 - Zero


JORGE FERREIRA RIBEIRO
Capitão-de-Corveta (Ref^o-T)
Encarregado da Seção de Inquéritos