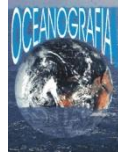




Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALINE CAVALCANTE CRIZANTO

HIDROVIA DO AMAZONAS: RISCOS À NAVEGAÇÃO NO TRECHO DE SANTANA
- AMAPÁ A BELÉM – PARÁ NO PERÍODO DE 1986 A 2006.

GEOCIÊNCIAS
U F P A

**BELÉM – PARÁ
FEVEREIRO – 2011**

ALINE CAVALCANTE CRIZANTO

HIDROVIA DO AMAZONAS: RISCOS À NAVEGAÇÃO NO TRECHO DE SANTANA
- AMAPÁ A BELÉM – PARÁ NO PERÍODO DE 1986 A 2006.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Oceanografia da Universidade Federal
do Pará – UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Prof. Dra. Odete Fátima
Machado da Silveira.

Belém
2010

ALINE CAVALCANTE CRIZANTO

HIDROVIA DO AMAZONAS: RISCOS À NAVEGAÇÃO NO TRECHO DE SANTANA
- AMAPÁ A BELÉM – PARÁ NO PERÍODO DE 1986 A 2006.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Oceanografia da Universidade Federal
do Pará – UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia.
Orientadora: Prof^a. Dr^a Odete Fátima
Machado da Silveira

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a Odete Fátima Machado da Silveira
Orientadora - UFPA

Prof. Dr. Marcelo Rollnic – Membro - UFPA

Prof. Susane Rabelo Souza Vieira – Membro
Doutoranda do Programa de Pós Graduação
em Geologia e Geoquímica - UFPA

AGRADECIMENTOS

Acredito em um algo muito superior a tudo que é visível, Deus! A Ele dedico os agradecimentos por tudo que vivi até hoje.

Tudo que sou hoje é resultado do que quem eu mais amo, minha mãe, me ensinou como certo. Ela é o meu maior exemplo, e mesmo estando longe não deixou de estar presente todos os dias. A minha outra estrela, vovó! Que com sua sabedoria me ajudou a ter calma muitas vezes. A toda a minha família, minha sobrinha linda, Maria Gabriela, meus irmãos, Yvana, Ellen e André, e meu cunhado Fabrício, que foram e serão sempre alicerces para mim. A eles um agradecimento especialíssimo!

A Universidade Federal do Pará (UFPA), que além de ter me concedido a oportunidade de aprender os conhecimentos em Oceanografia, foi uma porta para a construção de preciosas amizades, principalmente os que compuseram a turma de 2006, nossas histórias, bebidas, sorrisos e afetos em frente ao mar serão eternos.

A Capitania dos Portos da Amazônia Oriental (CPAOR), que na representação do Capitão-de-mar-e-guerra Roberto Bueno Júnior, me concedeu a oportunidade de explorar os arquivos que continham os inquéritos instaurados compreendidos no espaço de tempo determinado na execução deste trabalho. A solicitude, a atenção dada por cada um dos funcionários da CPAOR, e o seu compromisso com a segurança na navegação tornaram-se desde então uma marca para mim.

Ao Laboratório de Análise de Imagens do Trópico Úmido (LAIT), que viabilizou em grande parte a execução deste trabalho, e toda a sua equipe, que pacientemente dividiram comigo os seus conhecimentos, além de tornar essa atividade divertida e prazerosa.

Aos colegas do Laboratório Institucional de Oceanografia e Geofísica Marinha (LIOG), que além de comprovarem que todo trabalho realizado em equipe tem grandes chances de obter ótimos resultados, me concederam momentos dos quais eu terei saudade, pois marcaram a minha vida acadêmica. Amo vocês!

Tenho certeza que com todo seu amor por mim, Deus colocou ainda na minha vida os anjinhos Nathalia, Thais, Chyara e Yanne. A elas eu agradeço as horas de conversa, de distração, os conselhos que me deram ao longo desses anos. Ficará tudo guardado.

As famílias Soares e Petta, mais um presente de Deus. Que com seus exemplos, me ajudaram a firmar meus valores trazidos de casa.

Aos meus eternos amigos Rafael Macedo e Edmir Amanajás, que dedicaram a mim, tudo aquilo que compreende uma grande amizade, e tornaram mais fácil os meus dias durante a vida acadêmica. E farão com certeza, parte das próximas conquistas.

A minha grande amiga Laysa Santana, um presente que Deus me mandou. Esteve comigo em muitos momentos, dando seu contributo imensurável para minha formação, como pessoa e como profissional. Amiga muito obrigada por todos os momentos de diversão, de estudo, e também por aqueles de desânimo que você me encorajou. Muitas realizações virão!

A quem nunca me disse não, meu amigo definitivo: Alexandre Nogueira. Obrigada por tudo!

Aos meus professores de graduação, que além de autoridades, foram amigos, o que fez muitas vezes, as nossas atividades de campo se tornarem inesquecíveis! Mas particularmente agradeço a minha professora e Orientadora, Dr^a. Odete Silveira, suas idéias, conselhos, paciência, e principalmente o seu conhecimento foram essenciais.

A todos que estiveram comigo, e que faço questão de dividir minhas conquistas, o meu eterno Obrigado!

As Três Marias, Vovó, Mamãe e minha sobrinha.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Principais rotas oceânicas	18
FIGURA 2	Diagrama de representação de Sistema hidroviário.	21
FIGURA 3	Mapa de localização da área em foco.	24
FIGURA 4	Rota de navegação que interliga Pará e Amapá.	25
FIGURA 5	Mapa de unidade morfoestruturais da Ilha de Marajó-PA.	28
FIGURA 6	Exemplo de vegetação típica da área em estudo.	29
FIGURA 7	Exemplos dos principais tipos de embarcações que transitam na hidrovia estudada.	41
FIGURA 8	Distribuição dos tipos de embarcação envolvidos no estudo.	42
FIGURA 9	Distribuição dos tipos de ocorrências em valores numéricos e percentuais.	45
FIGURA 10	Distribuição de localidades.	46
FIGURA 11	Acidentes na localidade do Porto de Belém-PA.	47
FIGURA 12	Acidentes na localidade dos Portos da Orla de Belém-PA.	48
FIGURA 13	Acidentes na localidade dos Trapiches na Orla de Belém-PA.	48
FIGURA 14	Acidentes na localidade na Orla de Belém-PA.	49
FIGURA 15	Acidentes na localidade da Baía do Marajó-PA	49
FIGURA 16	Acidentes na localidade da Costa do Amapá.	50

FIGURA 17	Acidentes na localidade de Breves.	50
FIGURA 18	Acidentes na localidade do Furo Carnajipó-PA.	51
FIGURA 19	Acidentes na localidade do Rio Pará-PA.	51
FIGURA 20	Acidentes na localidade da Ilha do Papagaio-PA.	52
FIGURA 21	Acidentes na localidade de Curralinho-PA.	52
FIGURA 22	Acidentes na localidade de Ilha Jararaca-PA.	53
FIGURA 23	Acidentes na localidade do Furo Tajapurú-PA.	53
FIGURA 24	Acidentes na localidade da Ilha de Marajó-PA.	54
FIGURA 25	Acidentes na localidade do Estreito Buiaçu-PA.	54
FIGURA 26	Acidentes na localidade da Ilha de Jararaquinha-PA.	54
FIGURA 27	Quantidade de acidentes por localidade.	55
FIGURA 28	Cobertura de nuvens sobre a região compreendida na cena imageada 225-01 de 15.07.1986.	60
FIGURA 29	Demonstração das principais regiões modificadas, com destaque as áreas sedimentadas na região da Costa do Amapá.	67
FIGURA 30	Demonstração das principais áreas com modificações morfológicas próximas de Curralinho-PA.	68
FIGURA 31	Demonstração das principais áreas sedimentadas ou erodidas ocorridas nas regiões próximas a Belém-PA.	69
FIGURA 32	Destaque as principais áreas erodidas na abrangência da área em estudo.	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Produtos minerais mais explorados em 2007 no Amapá.	19
TABELA 2	Produção de minério no Pará.	19
TABELA 3	Especificações técnicas das cenas utilizadas.	32
TABELA 4	Características dos imageadores.	33
TABELA 5	Características das bandas espectrais utilizadas na composição colorida.	34
TABELA 6	Localidades que apresentaram maiores quantidades de acidentes.	56

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 POTENCIAL ECONÔMICO DOS ESTADOS PARÁ E AMAPÁ, E O USO DE HIDROVIAS COMO ALAVANCA PARA O DESENVOLVIMENTO	17
2.2 VULNERABILIDADES DAS ROTAS FLUVIAIS	20
2.3 SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO	21
2.4 A MORFOLOGIA DO CURSO D'ÁGUA EM ESTUDO	23
3 MATERIAL E METÓDO	24
3.1 A ÁREA DE ESTUDO	24
3.1.2 Clima	26
3.1.3 Geomorfologia	26
3.1.4 Solo e vegetação	28
3.1.5 Caracterização dos principais rios compreendidos na área de estudo	29
3.2 OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	31
3.2.1 A obtenção das imagens e suas características	31
3.2.2 Critério de seleção das cenas	32
3.2.2.1 O sensor remoto Landsat-5 TM	32
3.2.2.2 O sensor remoto Landsat-7 ETM+	33
3.2.3 Processamento digital das imagens	34
3.2.3.1 Correção Geométrica	34
3.2.3.2 Composição colorida RGB	34
3.2.3.4 Aumento linear de contraste (ALC)	35
3.3. ACIDENTES HIDROGRAFICOS DE SANTANA-AP A BELÉM NOS 20 ANOS(1986-2006)	35
3.3.1 Fonte de dados para descrição dos acidentes	35
3.3.2 Quantificação dos dados	36
3.3.2.1 Organização estatística	36
3.3.2.2 Utilização da ferramenta GIS na relação dos dados da CPAOR e os gerados no processamento digital de imagens	37

3.3.3 Sistema de Informação Geográfica	37
3.3.3.1 Mosaico	37
3.3.3.2. Digitalização da linha de costa e inserção do trajeto da hidrovia	38
3.3.3.3 Espacialização dos pontos da CPAOR e inserção da hidrovia estudada.	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 ANÁLISE DOS DADOS INSERIDOS NOS INQUÉRITOS INSTAURADOS NA CPAOR	39
4.1.2 Descrição e análise estatística dos dados inseridos nos inquéritos instaurados na CPAOR	40
4.1.2.1 Tipo de embarcação:	40
4.1.2.2 Tipo de ocorrência:	42
4.1.2.3 Localidades	45
4.1.3 Relação entre a localização e maiores frequências de acidentes	55
4.2 SENSORES REMOTOS: INTERPRETAÇÃO DE MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA LINHA DE COSTA	57
5 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICES	63
APÊNDICE A Demonstração das principais regiões modificadas, com destaque as áreas sedimentadas na região da Costa do Amapá.	68
APÊNDICE B : Demonstração das principais áreas com modificações morfológicas próximas de Curralinho-PA.	69
APÊNDICE C : Demonstração das principais áreas sedimentadas ou erodidas ocorridas nas regiões próximas a Belém-PA	70
APÊNDICE D Destaque as principais áreas erodidas na abrangência da área em estudo.	71

“Deus ao mar o abismo e o perigo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.”
(Fernando Pessoa)

RESUMO

O Brasil possui mais de 40.000 km de hidrovias viáveis à navegação interior, aquela que é exclusivamente praticada em rios, envolvendo embarcações que transportam diversas cargas. No entanto, se percebe que este potencial tem sido subaproveitado, também porque se trata de um setor carente de estudos que contribuam para a sua utilização sustentável. Dentre os aspectos relevantes quanto ao uso de hidrovias, destaca-se a segurança da navegação. Uma hidrovia só pode ser considerada viável se esta estiver dotada de estruturas que garantam condições seguras aos que nela trafegam, o que faz do tema um aspecto relevante a ser estudado. A melhoria nas condições de uso de uma hidrovia significa um avanço no desenvolvimento da região em que esta se encontra. É notável, dentro de um contexto regional, a necessidade de estudos no trecho da hidrovia do Amazonas, que interliga as cidades de Santana-AP e Belém-PA. Assim, o presente trabalho foi elaborado, sob a perspectiva de mudança quanto à importância deste modal hidroviário, tendo como ferramenta para análise multitemporal compreendida no intervalo de tempo entre 1986 a 2006. Os dados obtidos no setor de inquéritos da Capitania dos Portos da Amazônia Oriental (CPAOR), e a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) foram utilizados para a espacialização das ocorrências registradas, além da delimitação da linha de costa existente nas diferentes épocas (1986 e 2006), necessária para interpretação visual das mudanças fisiográficas existentes, o que pode servir para futura constatação da relação dessas mudanças com a ocorrência de acidentes.

Palavras-chaves: Navegação fluvial, Sistema de Informação Geográfica, acidentes a navegação e Capitania dos Portos da Amazônia Oriental.

ABSTRACT

Brazil has more than 40,000 km of viable inland navigation waterways, one that is exclusively practiced in rivers, involving vessels carrying a variety of loads. However, it is obvious that this potential has been underutilized, because it is also an area that suffers of lack of studies that contribute to its sustainable use. Among the relevant aspects concerning the use of waterways, there is the safety of navigation. A waterway can be considered viable if it is endowed with structures that ensure safe conditions to who use it, what makes this theme a relevant aspect to be studied. The improvement in the use of a waterway means a breakthrough in the development of the region in which it finds itself. Remarkably, within a regional context, the need for studies on the stretch of the waterway of the Amazon, that connects the cities of Belém-PA and Santana-AP. Thus, this work was developed under the perspective of changing the importance of this waterway, and as a tool for multitemporal understanding between the years of 1986 and 2006. The data obtained in industry surveys of the Port of Eastern Amazonia (CPAOR), and using Geographic Information System (GIS) were used for the spatial distribution of incidents recorded, beyond the boundaries of the existing shoreline at different times (1986, 2006), required for visual interpretation of existing physiographic changes, which may serve for future verification of the relationship of these changes with the occurrence of accidents.

Keywords: River navigation, Geographic Information System, accidents, shipping and the Port Authority of Eastern Amazonia.

1 INTRODUÇÃO

Na subdivisão do transporte aquaviário se inclui a navegação interior ou navegação fluvial, caracteriza-se por ser exclusivamente praticada em rios, envolvendo diferentes tipos de embarcações, que podem transportar todos os tipos de carga, desde que se considere as peculiaridades da via navegável.

Santana (2004), diz que no Brasil aproximadamente 40.000 km de extensão de rios são favoráveis a navegação, e se dividem em 8 grandes bacias: do Amazonas, do Tocantins-Araguaia, do Nordeste, do São Francisco, do Leste, do Paraná-Tietê, do Paraguai e do Sul. A bacia Amazônica é uma das maiores do Brasil, abrangendo ainda outros países vizinhos, com extensão de 6,5 milhões de km². Para efeito de controle das vias navegáveis, esta bacia foi dividida em bacia Amazônica Oriental e bacia Amazônia Ocidental, cujos respectivos responsáveis são a Administração das Hidrovias da Amazônia Oriental - AHIMOR e a Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental - AHIMOC.

No entanto, diante do apresentado, o potencial hidroviário de nosso país tem sido subproveitado. O Ministério dos Transportes considera como integrantes do Sistema Hidroviário Nacional cerca de 27.000 km de hidrovia, mas apenas uma parcela correspondente a pouco mais de 10.000 km é efetivamente utilizada para o transporte regular de carga (Gondim 2008).

Em relação aos outros modais, o transporte fluvial no Brasil foi historicamente negligenciado, no que diz respeito a confecção de políticas públicas que viabilizassem um melhor planejamento para a utilização do potencial hidroviário existente em nosso país. Sua importância é legitimada, verificando os benefícios quanto ao meio ambiente, a sua capacidade de transportar uma quantidade maior de materiais, o custo da infraestrutura para a implantação que comparada aos demais tipos de transportes em números, são consideravelmente menores.

Portanto, sob a perspectiva de mudança do atual cenário da malha hidroviária brasileira, faz-se necessário priorizar estudos que viabilizem o conhecimento dessas áreas que estão disponíveis para navegação. Para isso, Souza (2007), propõe o desenvolvimento de um banco de dados interativo e sua vinculação a sistemas de informações geográficas assim como, a assimilação de dados de criação de redes de informações sobre bases hidrográficas.

Valentini (1991) valida a importância da percepção das mudanças que o espaço utilizado para navegação fluvial está submetido, para garantir que suas propriedades sejam exploradas de forma sustentável quando fala do conhecimento do aumento das atividades humanas nas bacias hidrográficas, que modificam o comportamento dos rios, apresentando alterações nos aportes líquidos e sólidos nos estuários, comprometendo sua própria morfologia e também do trecho de litoral adjacente à foz. Ressalta-se ainda outro fator que merece destaque quando se estuda uma hidrovia: o tipo de acidentes que estas estão sujeitas. Analisa-se para isto o registro das inúmeras ocorrências.

Considerando que a avaliação dos riscos de acidentes existentes em uma hidrovia contribui de forma positiva para o desenvolvimento deste meio de transporte de carga ou de pessoas, e necessário garantir que sua segurança esteja estabelecida. Na Amazônia oriental a jurisdição das hidrovias, cabe a Capitania dos Portos da Amazônia Oriental, que têm como propósito contribuir para a orientação, coordenação e controle das atividades relativas à Marinha Mercante e organizações correlatas, no que se refere à segurança da navegação, defesa nacional, salvaguarda da vida humana e prevenção da poluição hídrica, incluindo a tarefa de instaurar e conduzir Inquéritos Administrativos referentes aos fatos e acidentes de navegação, (NPCP-CPAOR 2006).

Visto que os estudos em hidrovias viabilizam o bom funcionamento destas, em um contexto regional, destaca-se o trecho da hidrovia do Amazonas, que interliga as cidades de Belém - PA e Santana - AP. Há necessidade de maior atenção à utilização e manutenção desta hidrovia, uma vez que ela apresenta viabilidade socioeconômica e ambiental, à medida que possibilita a melhor e mais barata ligação entre esses dois estados, Souza (2007).

Assim, baseado nas justificativas acima o presente estudo se propõe principalmente a identificar às ocorrências de acidentes a navegação conjugadas neste espaço, sob a verificação da Capitania dos Portos da Amazônia Oriental. Caracterizando os acidentes registrados com mais frequência, compreendido entre os anos 1986 a 2006, que inclui os tipos de embarcações que estiveram envolvidas, a natureza do acidente, e a sua localização aproximada. Expondo ainda, com auxílio da ferramenta do sensoriamento remoto, as modificações morfológicas compreendidas no espaço estudado, no intervalo de tempo descrito.

Estudos semelhantes são restritos na literatura, podendo ser citado o estudo de Ferreira (2000), sobre o efeito de acidentes na Hidrovia Tietê-Paraná, o qual serviu como base para a execução deste trabalho no que diz respeito a identificação e descrição dos acidentes ocorridos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a pretensão de expor a importância dos estudos das hidrovias de nossa região, é indispensável a apresentação das bases literárias relevantes na execução do presente trabalho.

2.1 POTENCIAL ECONÔMICO DOS ESTADOS PARÁ E AMAPÁ, E O USO DE HIDROVIAS COMO ALAVANCA PARA O DESENVOLVIMENTO

Sabendo das vantagens da utilização do modal hidroviário, é justificável a sua melhoria e expansão em estados como Pará e Amapá, tendo em vista as dificuldades de acesso a essas regiões, o que acarreta em dificuldades para o seu desenvolvimento.

Os dois estados envolvidos neste trabalho possuem enorme vocação para o comércio exterior, por conta da sua localização privilegiada, estando esta área incluída em uma das principais rotas transoceânicas, conforme visto na figura abaixo:

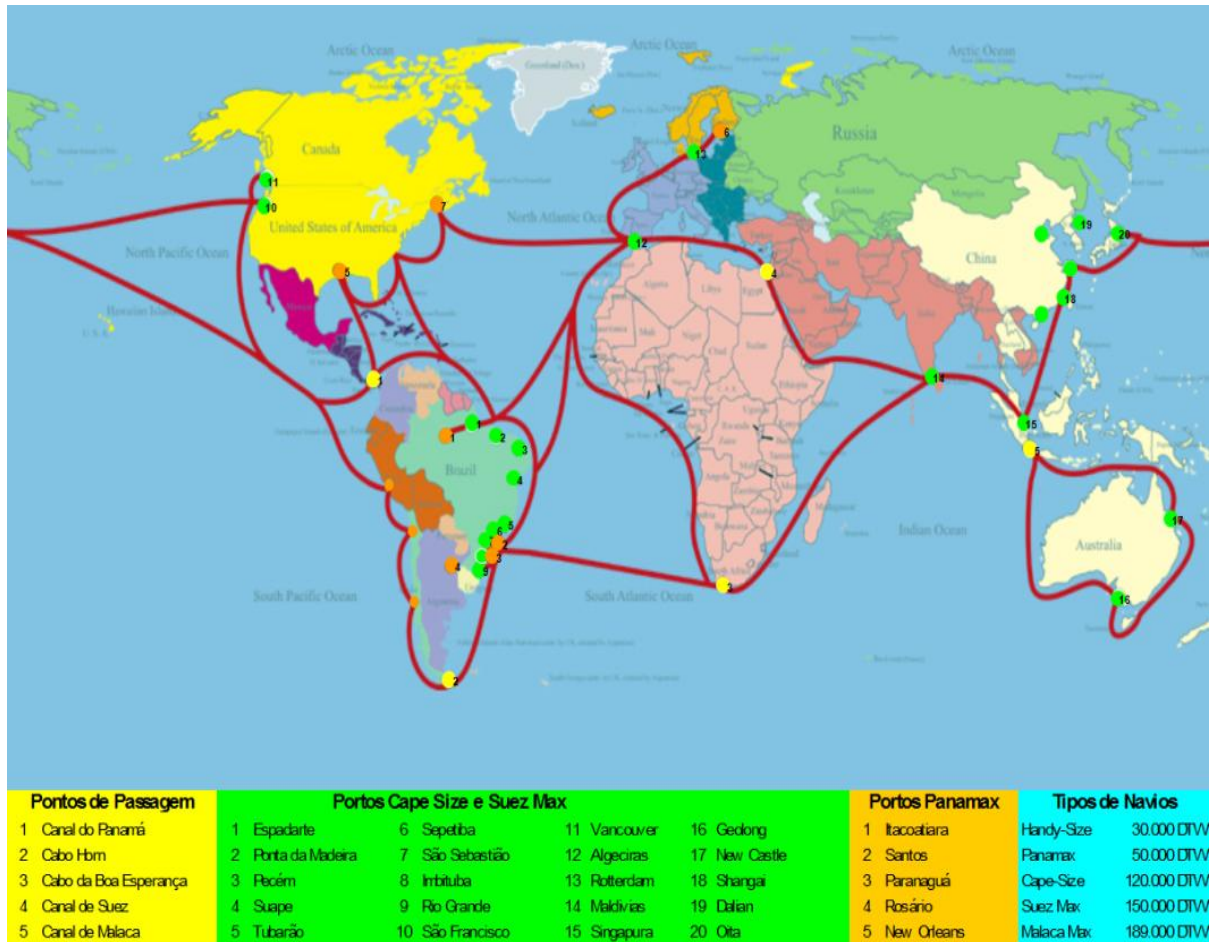


FIGURA 1 – Principais rotas transoceânicas
 Fonte: Projeto Norte Competitivo (2010)

Castro e Porto (2007) em seus trabalhos dizem que apesar do Amapá se encontrar em situação de relativo isolamento dentro do Brasil, não sendo conectado com outras unidades da federação por rodovias, a dinâmica fluvial local, com destaque para o porto de Santana abre perspectiva de integração não só na esfera regional, mas mesmo em maior amplitude. Capaz de receber embarcações de grande calado, o porto de Santana articula uma rede de transportes e comunicação, por meio de vias fluviais ou de conexão com a malha rodoviária, a partir de Belém.

No Projeto Norte Competitivo (2010) dentre outras potencialidades destacadas do estado, tem-se o porto de Santana que é o porto brasileiro mais próximo de alguns grandes países consumidores de minérios, ou de madeira de replantio.

Sendo o Amapá considerado um grande pólo de extração mineral, e de acordo com a direção do Porto de Santana (AP), a retomada do ciclo de exploração de minério no estado, coloca o Amapá novamente no mapa do comércio internacional (Jornal APTV, 2006). Apontam-se os principais produtos minerais explorados verificados em 2007 no estado, em mil toneladas na tabela abaixo:

TABELA 1 – Produtos minerais mais explorados em 2007 no Amapá.

MINÉRIO	QUANTIDADE (mil toneladas)
CAULIM	714
CROMO	130
OURO	0,003
FERRO	700

Fonte: Projeto Norte Competitivo (2009)

No Pará, além da significativa produção de grãos e de algodão, tem-se o destaque nacional na produção de minérios, os valores são exorbitantemente maiores neste setor, conforme verificado na tabela abaixo:

TABELA 2 – Produção de minério no Pará.

MINÉRIO	QUANTIDADE(mil toneladas)
MINÉRIO DE FERRO	91.701
BAUXITA	19.916
CAULIM	1.580
MANGANÊS	1.103
COBRE	438
MADEIRA	8.939

Fonte: Norte Competitivo (2009)

Em contrariedade ao exposto acima, é perceptível a diferença entre a produção da indústria de minério, por exemplo, e a utilização do transporte hidroviário. Martins (2009) diz que hidrovias brasileiras são subutilizadas, que detectam-se diversos obstáculos em termos de implementação de políticas de transporte por vias navegáveis e segurança da navegação.

Assim, para alavancar o desenvolvimento nessa região é preciso integrá-la física e economicamente, transformando os eixos de ligação já existentes, afim de executar melhorias embasadas principalmente na sustentabilidade, com auxílio da iniciativa privada.

2.2 VULNERABILIDADE DAS ROTAS FLUVIAIS

Nos estudos de Padovezi (2003) é observado que os projetos de embarcações fluviais de cargas ou de um sistema hidroviário de transporte de cargas, deve ser desenvolvido dando atenção a três fatores: a eficiência, a segurança e o nível de interferência ambiental. Para isso, é exposta a diferença das rotas marinhas de navegação, que estão em boas condições navegáveis o ano todo, e as rotas fluviais, que são instáveis, considerando parâmetros como profundidade e largura do canal navegável, curvas fechadas, que podem restringir a navegabilidade em alguns trechos do rio. Assim, o autor diz que quando se trata da navegação de embarcações de grande porte em um determinado rio, é pertinente as considerações sobre a segurança e os riscos que esse tipo de navegação traz ao ambiente, para que a sua eficiência seja garantida.

É verificado por Padovezi (opcit), que a segurança da navegação é mensurada por meio de um modelo de risco que tem como base a análise estatística dos incidentes e acidentes, incluindo neste modelo os acidentes mais freqüentes, os que provavelmente se tornarão freqüentes em hidrovias brasileiras.

Das alterações no ambiente, decorrente desse tipo de navegação é verificado que:

...formas, dimensões e velocidades das embarcações, geram ondas, que podem afetar a estabilidade das margens e provocam o efeito de sucção no fundo do rio, inclusive pela ação de propulsores, que provocam suspensão temporária de material sólido na água; potências instaladas e manobrabilidades das embarcações que têm ligação direta com o nível de riscos de ocorrência de acidentes em trechos mais críticos da hidrovia, densidade do tráfego, podendo intensificar os efeitos das passagens de embarcações e aumentando os riscos de ocorrência de acidentes, possibilidade de poluição da água por óleo ou por rejeitos sólidos, por erros operacionais ou por acidente.(Padovezi, 2003, p. 16)

Assim, o sistema hidroviário é caracterizado pela interligação de diversos fatores, ilustrados abaixo:

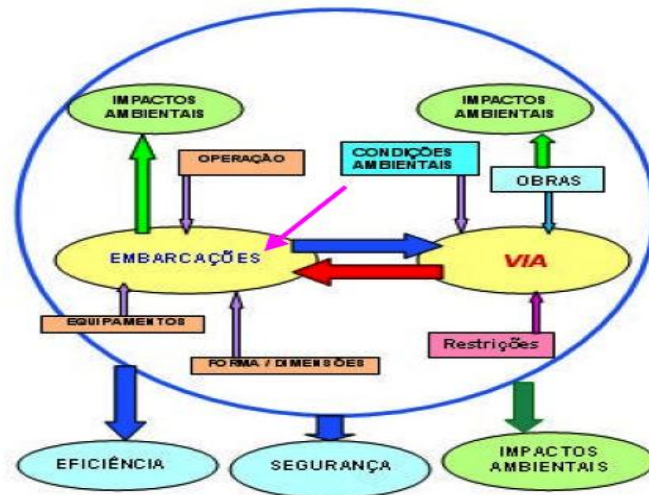


FIGURA 2 – Diagrama representativo de Sistema Hidroviário.
Fonte: Padovezi (2003)

Ainda em seus estudos Padovezi (2003), diz que no planejamento de uma hidrovia é possível pensar na utilização de um número menor de embarcações que possuem grande capacidade de transporte de cargas, de forma a haver poucas embarcações navegando no mesmo trecho, o que melhora a segurança da navegação e outros ganhos nos aspectos de interferência ao meio ambiente.

2.3 SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO

A segurança da navegação trata primordialmente dos principais fatores necessários para garantir a segurança da navegação nas hidrovias interiores, especialmente naquelas que possuem condições de navegabilidade restritas, considerando os fatores citados abaixo:

- 1 – A existência de documentos cartográficos (cartas náuticas ou croquis de navegação) adequados, representando a hidrovia em escala apropriada, e de publicações de segurança da navegação (Roteiro Fluvial, Lista de Faróis e de Sinais Cegos, Avisos aos Navegantes, etc.) atualizadas, cobrindo a hidrovia;
- 2 – A existência de um sistema de Sinalização Náutica (balizamento) eficiente, que indique continuamente ao navegante as ações a empreender para manter-se navegando no canal, ou os perigos a evitar;
- 3 – A existência de um sistema de divulgação do nível do rio em diversas estações fluviométricas ao longo da hidrovia;
- 4 – A familiarização dos navegantes com o trajeto, ou seja, conhecimento prático das características e particularidades da hidrovia, o que os torna capazes de atender prontamente às diversas manobras necessárias à permanência da embarcação no canal de navegação;
- 5 – O emprego de métodos e técnicas próprios da navegação fluvial;

6 – A existência de normas e regulamentos especiais para o tráfego nas hidrovias, visando um transporte seguro e a salvaguarda da vida humana e do meio ambiente;

7 – O emprego de embarcações adequadas e providas de recursos específicos para a navegação fluvial (Minguens, 1999, p.15-16).

Ferreira (2000) diz que a via navegável está sujeita a vários tipos de acidentes cuja frequência depende de uma enorme quantidade de fatores, apontando como causas de acidentes em hidrovias a falta de técnicas mínimas para operação; tidas como: potência mínima para dada tonelagem, sistema de governo precário, condições estruturais e de estabilidades questionáveis, a má utilização da carga, seja pela tonelagem ou pelo tipo, que têm uma contribuição considerável na ocorrência de acidentes em uma hidrovia.

Para Ferreira (2000), o fluxo de carga transportada tem influencia direta na quantidade de acidentes que uma hidrovia pode conter, no entanto comenta que há grande dificuldade, na obtenção de dados estatísticos e informações realmente confiáveis sobre acidentes em hidrovias brasileiras, sobretudo na Bacia Amazônica, mesmo sendo notório o grande número de ocorrências.

Outro fator destacado pelo autor é a importância de oferecer qualificação aos pilotos ou a tripulação em geral, para que estes possam exercer suas funções com segurança e eficiência, evitando assim os casos de negligência e imprudência, por parte do piloto, ou até mesmo da tripulação em geral.

Na Amazônia Oriental a segurança na navegação é responsabilidade das Capitânicas dos Portos da Amazônia Oriental, e que pela instituição das Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos da Amazônia Oriental, NPCP (2006), é determinada que as ocorrências de fatos ou acidentes da navegação, sejam comunicados à esta Capitania dos Portos ou a sua Delegacia subordinada com jurisdição sobre a área, para abertura de Inquérito Administrativo, devendo o Comandante da embarcação apresentar-se, logo que chegue ao porto onde haja Capitania ou Delegacia, e também os demais tripulantes, a fim de serem ouvidos em depoimento, bem como apresentada a embarcação para ser periciada. A perícia deverá ser realizada antes mesmo de serem tomados os depoimentos, a fim de que não se percam elementos que possam ser elucidativos para diminuir dúvidas quanto à ocorrência.

2.4 A MORFOLOGIA DO CURSO D'ÁGUA EM ESTUDO

Segundo a classificação de Mingués (1999) quanto a morfologia, os cursos d'água podem ser: rios de alto, médio e baixo curso.

Na sua descrição o autor diz que os rios de alto curso são aqueles que percorrem regiões altas e/ou acidentadas. São comuns nesses tipos de rios quedas rápidas e corredeiras; o gradiente de nível é geralmente elevado, favorecendo a velocidade de escoamento. As margens altas predominam, e os rios raramente são largos e profundos. A navegação é precária para embarcações de grande porte, porém é possível a realização de transportes em embarcações menores, contendo pequeno volume de carga, e por curtas distâncias. As terras que os circundam são, geralmente, pouco sujeitas a alagamentos extensos. Os rios de médio curso, chamados também de rios de planalto são mais eficientes para a navegação que os alto curso, exceto em trechos críticos que exigem maior atenção dos condutores para manobrar, onde há corredeiras, pedras e/ou pouca profundidade.

Consta também que nesses rios, nas épocas das enchentes, os trechos críticos oferecem menores dificuldades para a navegação. Como exemplo de rios de planalto no Brasil tem-se: O rio Paraná e seus afluentes; o São Francisco; o Tocantins, a montante de Tucuruí; o Negro, acima de Santa Isabel do Rio Negro; e o Branco, acima de Caracará.

Com base ainda na classificação de Miguéns (1993) pode-se dizer que a morfologia do curso d'água em estudo, comparada aos diversos tipos apresentados aqui, é a mais favorável à navegação, por possuir rios de baixo curso ou de planície, que peculiarmente são razoavelmente largos e apresentam um pequeno gradiente de nível, ainda que existam obstáculos, como os bancos que costumam formar-se nas bocas dos tributários e nas partes convexas das curvas. É comum haver bifurcações (paraná, igarapés), que formam ilhas fluviais e criam alternativas para a navegação. Geralmente as margens são baixas, e podem ser facilmente alagadas. Os baixos cursos abrangem os deltas e os estuários.

3 MATERIAL E METÓDOS

Neste capítulo primeiramente apresenta-se a área em estudo, seguida da descrição dos materiais e métodos utilizados na elaboração deste trabalho, particionado em três principais etapas: Processamento digital de imagens, utilização do SIG, e a Estatística dos dados adquiridos na Capitania dos Portos da Amazônia Oriental, o que compreende as etapas do processamento de imagens necessárias para posterior interpretação visual dos produtos gerados, a manipulação dos dados fornecidos pela Capitania dos Portos da Amazônia Oriental.

3.1 A ÁREA DE ESTUDO

Segue abaixo uma descrição geral da área de estudo que enquadra a ligação fluvial entre Belém-PA e Macapá-AP, que se dá através do rio Pará e furos de: Breves, Jacaré Grande e Macacos, abrangendo um área de aproximadamente 574 Km ou 309 milhas (AHIMOR / UFPA / FADESP 1997), ilustrada abaixo:

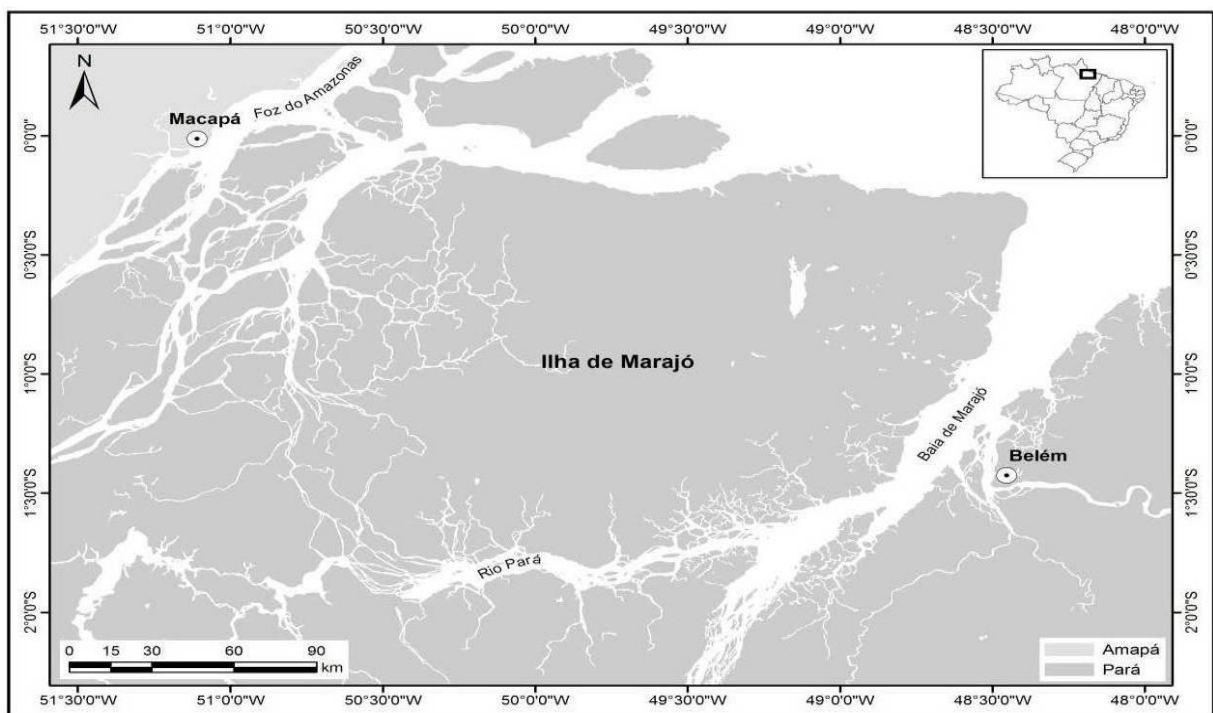


FIGURA 3 - Mapa de localização da área em foco.
Fonte: Autora da Pesquisa (2010)

A rota de navegação pode ser visualizada na figura abaixo:

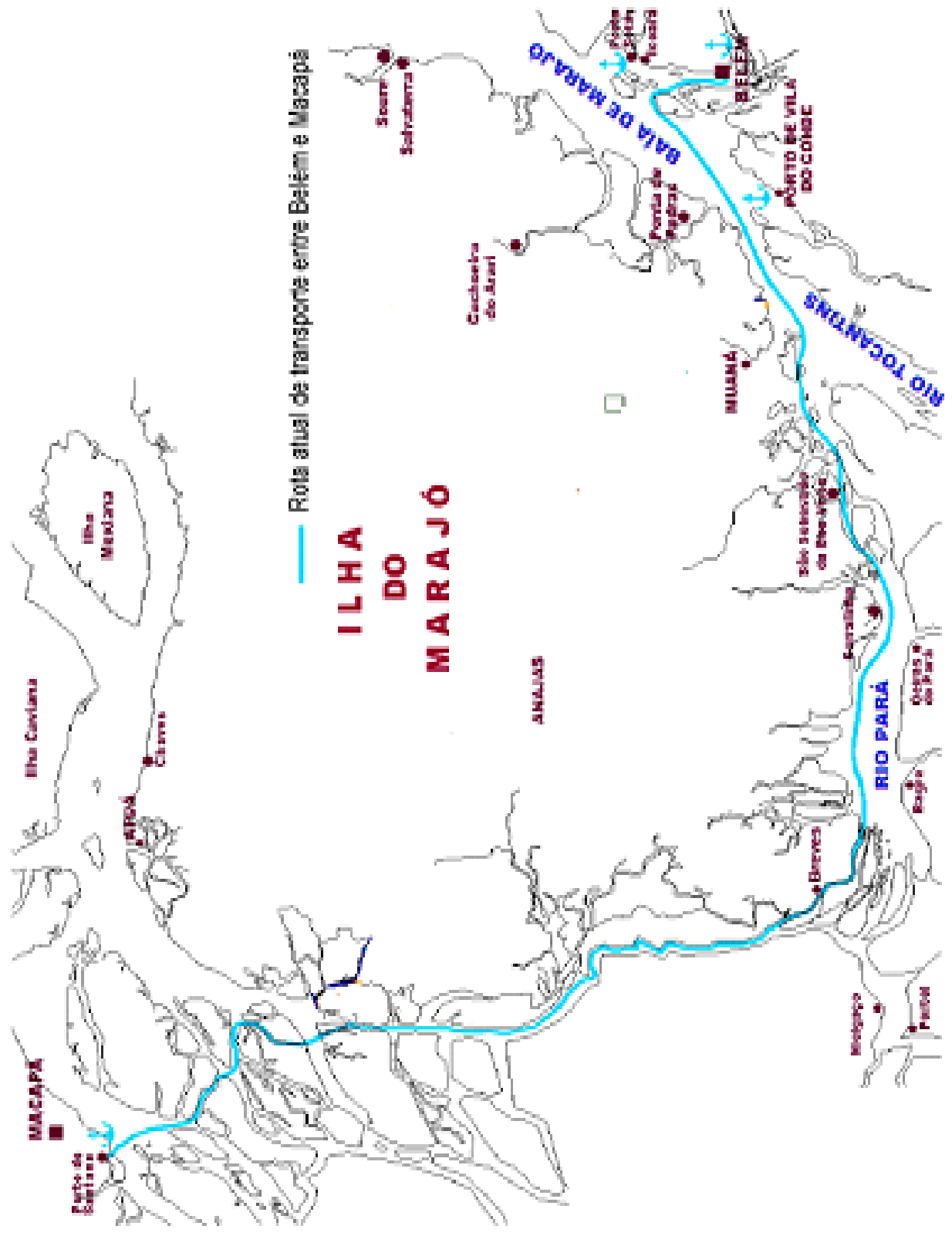


FIGURA 4 – Rota de Navegação que interliga Pará e Amapá.
Fonte: adaptada Antaq (2007).

3.1.2 Clima

Para Ferreira 2001 e Lima 2002 o clima pode se dividir em dois períodos sazonais: o período chuvoso, que se estende de dezembro a maio, com precipitação média de 2.566 mm, representando 86 % do total anual precipitado, e velocidade média do vento de 6,2 m/s, sendo o período de maior influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); e o período menos chuvoso de junho a novembro, com média de 414,3 mm de chuvas, equivalentes a 14 % do total pluviométrico anual, e velocidade média do vento de 7,0 m/s. Sobre a circulação atmosférica superficial é denominada pelos ventos alísios (Nittrouer e Damaster, 1996), que sopram de forma consistente sobre a plataforma e variam conforme a consistência da zona de convergência intertropical (ZCIT) do Oceano Atlântico. Os ventos na região variam entre os quadrantes de N-E (janeiro e março com velocidades máximas da ordem 9 m/s) e os quadrantes de S-E (junho a novembro com velocidades máximas de da ordem de 3 m/s) (Nittrouer *et al.*, 1995).

3.1.3 Geomorfologia

Aziz Ab'Saber em seus estudos Zoneamento fisiográfico e ecológico do espaço total da Amazônia Brasileira observa sobre a área em foco que esta região se diferencia das ilhas rasas de fundo de estuários existentes no interior da Boca Norte do rio Amazonas, entre o Amapá e o do Marajó. É nesta região que se inicia o estuário da rio Pará, entre a região de Belém e a costa Sul-Sudeste da Ilha do Marajó, que recebe toda a massa de água do rio Tocantins; e inclui uma pequena baía em frente a Belém, a altura do emboque dos rios Guamá/Moju/Acará, passando a alongada boca do complexo estuarino, sob o nome de Baía de Marajó. Da distância do estreito de Breves até a Baía do Marajó ocorrem diversos agrupamentos de ilhas, incluindo até as proximidades de Currálinho que representa o setor mais homogêneo do fundo do estuário do rio Pará. O delta de estuarino da embocadura do Amazonas no Amapá é considerado um dos mais gigantescos complexos deltaicos estuarinos da terra. Ainda sobre este complexo deltáico estuarino há ilhas frontais recentes, geradas por sedimentação argilosa, a partir de

retalho ou pequenos núcleos do baixo terraço de Belém-Marajó com acréscimo de planícies alagáveis costeiras (A'b Saber, 2000).

Quanto ao relevo, considerando de uma forma geral as características da Ilha do Marajó é dito por (Barbosa *et al.* 1974; Bemerguy 1981) que existem duas unidades morfoestruturais, Planalto Rebaixado da Amazônia e Planície Amazônica. Dividindo em dois compartimentos diferenciados temos a porção oriental, apresentando topografia plana, com cota média ao redor de 4m sendo constituída por sedimentação holocênica de origem fluvial/ estuarina e lacustre. A porção ocidental, com maiores elevações topográficas, apresenta uma média de 20 m, chegando a atingir 42m. Esta região é representada por sedimentos Pós-Barreiras, tidos como de idade Plio-Pleistocênica.

O Planalto Rebaixado da Amazônia, também chamado de Planalto do Baixo Amazonas ou Pediplano Pleistocênico é constituído por sedimentos terciários e quaternários do Grupo Barreiras/Pós-Barreiras que, na área de estudo, dá origem ao Planalto Costeiro. Essa unidade faz parte do domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos rebaixados ou dissecados, áreas colinosos e planícies revestidas por floresta densa. Correspondem as superfícies pediplanadas, que formam níveis de baixos platôs (Barbosa *et al.* 1974; Bemerguy 1981).

A Planície Amazônica é formada por sedimentos holocênicos lamosos e arenosos, e corresponde a um relevo plano de baixas altitudes. Faz parte do domínio morfoclimático das planícies inundáveis recobertas por campos e por vegetação pioneira de mangues. Subdivide-se, segundo Barbosa *et al.* (*op. cit.*), em zonas de influência fluvial, que correspondem à planície fluvial colmatada ou planície aluvial, em zonas de influência estuarina e marinha, relativas à planície fluvio-marinha ou planície costeira.

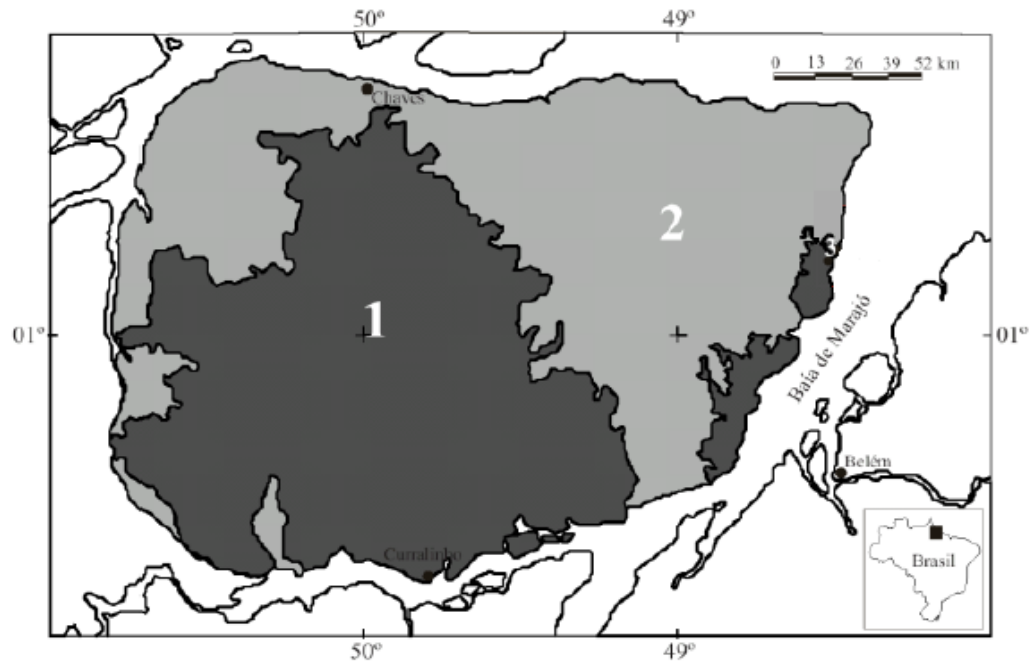


Figura 5 - Mapa de unidades morfoestruturais da Ilha de Marajó (adaptado de DNPM 1974): 1 – Planalto Rebaixado da Amazônia; 2 – Planície Amazônica.

3.1.4 Solo

Sobre a variedade dos solos e vegetação, a ilha reflete seus dois ecossistemas: campos naturais na porção oriental e na porção ocidental o ecossistema de mata.

A interrelação relevo-solo-vegetação se manifesta em função das suas condicionantes fisiográficas responsáveis pela presença dos seguintes solos: a) Solos bem drenados e bem desenvolvidos (Latosolo Amarelo), b) Solos hidromórficos indiscriminados e c) Solos em formação ou pouco desenvolvidos os quais retratam a baixa topografia e presença do hidromorfismo. A vegetação por sua vez também vai refletir as características da topografia onde a cobertura vegetal apresenta espécies da terra firme e da várzea (Furtado *et al* 1983.p 3).

A vegetação típica ao longo da hidrovia em estudo pode ser observada na figura abaixo:



FIGURA 6: Exemplo de vegetação observada na área em estudo.

Fonte: Martins (2009).

3.1.5 Caracterização dos principais rios compreendidos na área de estudo

Dos principais rios que compõem o trecho de navegação em estudo é fundamental a caracterização dos rios Pará e Amazonas.

Furtado *et al* (1983) comenta em seus estudos que o sistema hidrográfico dessa região compreende os rios que vertem ora para o canal sul e para o Oceano Atlântico (norte), para baía do Marajó (leste), rio Pará (sul) e Furo do Vieira Grande (oeste). O planalto costeiro apresenta uma rede de drenagem esparsa, formada principalmente por cursos de caráter temporário e lagos (Bemerguy 1981).

O rio Pará caracteriza-se por apresentar um regime hidrológico bem definido com a estiagem em setembro-outubro e a cheia entre fevereiro e abril. A sua vazão média é de $11 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ com máximos de $34 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ e mínimos de $4 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$. O canal principal do rio Pará apresenta profundidades maiores do que 20 m.

Gabioux (2002). Ele ainda possui uma vasta área de acumulação, principalmente sedimentos fluviais, que elaboram extensas planícies aluviais (várzeas e igapós) nas quais as taxas de inundação e sedimentação são ampliadas pelo fenômeno da maré dinâmica, com picos quando coincidem as sizígias com elevados índices pluviométricos (IDESP, 1990; LIMA, TOURINHO, COSTA, 2002).

No levantamento bibliográfico feito por Barbosa (2007) quanto ao contexto fisiográfico e geomorfológico da zona costeira amazônica (ZCA), consta na caracterização generalizada o que se segue:

A principal coletânea de trabalhos sobre a fisiografia do estuário do rio Pará encontra-se em Lima, Tourinho e Costa (2000). Afirma-se, nesta obra, que apenas a 116ª parte da descarga do Amazonas chega ao estuário do rio Pará por meio dos furos de Breves, o que revela a independência deste sistema hidrográfico em relação ao maior rio da região.

Em relação à planície costeira do litoral atlântico (PA e AP), houve durante a década de 1990 uma geração de dissertações enfocando aspectos de sedimentologia e estratigrafia no âmbito do Programa de Pós-Graduação do Centro de Geociências da UFPA (e.g.: MENDES, 1994; SOUZA FILHO, 1995; SILVA, 1996; COSTA, 1996; SANTOS, 1996; SILVA, 1998; SILVA JÚNIOR, 1998). Com base nestes trabalhos, verifica-se que há um consenso, gerado a partir de evidências estratigráficas, sobre a existência de três grandes eventos eustáticos durante Holoceno:

- *Transgressão marinha do Holoceno Inferior (chamada no Brasil de “Santos” por SUGUIO, 1983), quando, a cerca de 7.000 a 6.000 anos A. P., ocorreu ampla sedimentação arenosa sob condições de nível relativo do mar mais elevado que o atual, com a construção de um paleolitoral marcado por planícies de maré arenosas, praias e dunas;*

- *Regressão marinha do Holoceno Médio, entre cerca de 6.000 a 3.000 anos A.P., época na qual a linha de costa tendeu a ser progradante e tipicamente lamosa, o que levou à formação de extensas planícies de maré recobertas por mangue, que isolaram os sítios arenosos da fase anterior, gerando paleodunas, paleopraias etc.;*

- *Transgressão marinha atual, na qual a linha de costa voltou a apresentar, desde aproximadamente 2.350 anos A.P., indícios de retrogradação generalizada por efeito da subida do nível das águas do mar, o que pode ser confirmado pelo recuo de falésias e pelo avanço de praias arenosas sobre os manguezais da linha de costa.*

Sobre a dinâmica estuarina, no aspecto da gênese e idade das ilhas que existem no Golfão Marajoara, verifica-se na área mencionada um vasto conjunto de ilhas, que foram classificadas por Huber Medeiros (1971) como “antigas” quando são constituídas pelo material argilo-arenoso da Formação Barreiras, e “novas” nas situações em que são formadas, em superfície, exclusivamente por sedimentos inconsolidados de idade holocênica. Em virtude da estratigrafia que apresentam em superfície, parece lícito afirmar que a formação dos terrenos de planalto das ilhas “antigas” e do continente antecedeu o aluvionamento das várzeas, bem como o estabelecimento das ilhas “novas” e canais de maré hoje presentes no Golfão Marajoara (MEDEIROS, 1971, p. 23)

3.2 OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

3.2.1 A obtenção das imagens e suas características

As imagens foram adquiridas com o intuito de digitalizar a linha de costa no espaço temporal selecionado para este trabalho, compreendido entre 1986 à 2006, com o intuito de identificar das áreas que sofreram maiores mudanças, quanto a erosão e sedimentação, e a possível relação com as áreas que apresentaram números consideráveis de ocorrências de acidentes a navegação.

Sobre o tratamento dado as imagens utilizadas e de onde elas provêm são detalhados abaixo:

As imagens TM e ETM+ utilizadas foram adquiridas de forma gratuita através de downloads no portal eletrônico da University of Maryland / Geocover e no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), encontrados nos endereços <http://glcf.umiacs.umd.edu/research/portal/geocover> e <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>.

As cenas extraídas do portal Geocover foram adquiridas com um pré-processamento digital realizado pela NASA/Global Land Cover Facility (GLCF), estando no nível L1T de correção. Este nível indica que as imagens foram ortorretificadas e disponibilizadas em formato GeoTIFF, datum de referência WGS-84 e erro posicional inferior a 50 m (Williams 2009).

As imagens adquiridas no catálogo do INPE possuem distorções geométricas e precisam ser corrigidas a fim de padronizar com as demais cenas usadas. As especificações técnicas das cenas utilizadas estão descritas na tabela abaixo.

TABELA 3 – Especificações técnicas das cenas utilizadas.

Plataforma/Sensor	Bandas	Ponto/Órbita	Data de aquisição	Resolução espacial
Landsat-5/TM	3,4,5	225/060	15.07.1986	30m
		225/061		
		224/061	09.08.1986	
		223/061	17.07.1986	
		225/60	26.10.2006	
		225/061		
		223/061	08.08.2006	
		225/061	23.06.2007	
Landsat-7/TM	3,4,5	224/061	09.08.2006	

Fonte: Williams (2009).

3.2.2 Critério de seleção das cenas

Na seleção prévia das cenas utilizadas para a confecção dos mosaicos preferiu-se as que possuíam baixa cobertura de nuvens. No entanto a região que corresponde a cena 225-01 de 15.07-1986, apresenta grande quantidade de nuvens encobrindo a área imageada, sendo este um fator de dificuldade para a execução da metodologia, desfavorecendo a qualidade da digitalização de vetores para delimitar a linha de costa, impedindo assim que se pudesse identificar esses limites como verificado nas outras cenas utilizadas para este fim.

3.2.2.1 O sensor remoto Landsat-5 TM

O satélite Landsat-5 carrega em sua plataforma o sensor *Thematic Mapper – TM*. Este sensor gera imagens em sete bandas diferentes, incluindo as faixas do visível e infravermelho do espectro eletromagnético. O TM imageia cenas com 185 km², com resolução espacial de 30 m, exceto a banda termal (banda 6) que tem resolução de 120 m; e periodicidade de 16 dias. (Luchiari *et al.* 2005).

3.2.2.2 O sensor remoto Landsat-7 ETM+

A plataforma Landsat-7 carrega em sua plataforma o sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus - ETM+*. Este produz imagens em oito bandas espectrais com 30 m de resolução espacial, (exceto a banda termal que possui resolução de 60 m e a banda 8 que possui 15 m). A banda 8 é chamada a banda pancromática. O termo pancromático significa uma banda mais larga que incorpora as faixas espectrais mais estreitas, por esta razão a quantidade de energia da banda pancromática chega ao satélite com maior intensidade e isto possibilita ao sensor uma melhor definição (Figueiredo 2005). A plataforma imageia numa órbita de 705 km acima da terra numa faixa de 185 x 185 km de terreno (Jensen 1996). As características técnicas dos sensores TM e ETM+ são mostradas na Tabela abaixo.

TABELA 4 - Características dos Imageadores

Imageadores		TM (LANDSAT 5)	ETM+ (LANDSAT 7)		
Bandas espectrais (μm)	1.	0,45 - 0,52	0,45	-	0,52
	2.	0,52 - 0,60	0,53	-	0,61
	3.	0,63 - 0,69	0,63	-	0,69
	4.	0,76 - 0,90	0,78	-	0,90
	5.	1,55 - 1,75	1,55 - 1,75		
	6.	10,4 - 12,5	10,4 - 12,5		
	7.	2,08 - 2,35	2,08 - 2,35		
	8.	-----	0,52 - 0,90 (pan)		
	30m	30 m			
	120 m (termal)	60 m (termal)			
Resolução espacial (m)		15 m (pan)			
Periodicidade		16 dias	16 dias		
Largura da faixa imageada		185 km	185 km		

Fonte : Steffen (2006)

3.2.3 Processamento digital das imagens

3.2.3.1 Correção Geométrica

Para a cena 225/061 de 2006 adquirida no <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> fez-se a correção geométrica, através da técnica *imagem-imagem* com auxílio dos GCP's (*Ground Control Points*) e baseado na cena ortorretificada 225/061 de 23-06-2007 Geocover. Tal correção foi feita com o intuito de eliminar possíveis distorções decorrentes do processo de imageamento da área, e para isso reuniu-se trinta e sete GCP's, gerando erro residual (RMS - *Root Mean Square*) igual a 0.79 *pixel*.

Nesse procedimento utilizou-se o *software* PCI Geomatics v. 10.2 e seus programas *Focus* e *OrthoEngine* PCI Geomatics (2003).

3.2.3.2 Composição colorida RGB

Para melhorar a visualização da imagem aplicou-se uma composição colorida falsa-cor (5R4G3B), esclarecendo os limites entre o solo e a água, com a vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidades de verde e rosa Steffen (2006).

Abaixo as orientações necessárias para a escolha das bandas espectrais do Landsat:

TABELA 5 – Características das bandas espectrais utilizadas na composição colorida.

Banda	Intervalo espectral (μm)	Principais características e aplicações das bandas
3	(0,63 - 0,69)	Apresenta grande absorção para vegetação verde, densa e uniforme, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação, além de Permitir o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal.
4	(0,76 - 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas.
5	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.

Fonte:ENGESAT (2009).

3.2.3.4 Aumento linear de contraste (ALC)

Para facilitar a visualização e a interpretação das informações obtidas em cada uma das cenas utilizadas, aplicou-se um aumento linear de contraste (ALC), por meio da ferramenta *Enhance - LUT* do programa *Focus* manipulando os histogramas de cada banda foi possível aumentar o contraste da imagem.

3.3. ACIDENTES HIDROGRÁFICOS DE SANTANA-AP Á BELÉM-PA NO PERÍODO 1986-2006.

3.3.1 Fonte de dados para descrição dos acidentes

Os dados descritivos de acidentes hidrográficos da área de estudo foram obtidos através de ocorrências registradas nos inquéritos da Capitania dos Portos da Amazônia Oriental (CPAOR). A jurisdição do CPAOR compreende além de outras regiões, as águas que cortam os estados do Pará e Amapá, delimitadas pelos rios Pará e Amazonas e seus afluentes.(NPCP_CPAOR-2006).

A descrição dos acidentes ocorridos na área de abrangência foi disponibilizada pela CPAOR, a partir da liberação para consulta dos arquivos presentes no setor de inquérito deste órgão.

Foram coletados dados inseridos no intervalo de tempo entre os anos de 1986 a 2006, constando informações características das embarcações envolvidas, tais como: identificação (nome e bandeira de origem); tipo e atividade envolvida, porto de inscrição; natureza do acidente ou fato da navegação; área de navegação autorizada e comprimento da embarcação; proprietário ou armador; número de vítimas fatais, feridos ou desaparecidos; danos materiais e poluição; porto de despacho da viagem inicial, escalas e porto de destino; local da ocorrência; data e hora das ocorrências.

3.3.2 Quantificação dos dados

3.3.2.1 Organização estatística

Para uma análise quantitativa dos acidentes registrados na rota de navegação escolhida para estudo neste trabalho, e em sua escala temporal, foram selecionados apenas os acidentes que estavam inseridos no trajeto. A partir desta seleção,

construiu-se uma planilha de detalhamento fazendo uso do *software Microsoft Office Excel 2007*, incluindo o ano, descrição, tipo de embarcação e localização aproximada de cada ocorrência, além do número de vítimas fatais. Assim, foi possível filtrar os dados, verificando os pontos que apresentavam maiores números de acidentes, frequência dos tipos de embarcações envolvidas, e o tipo de acidente mais comum.

A análise estatística consistiu em calcular a proporção do total dos acidentes pelas categorias supracitadas, gerando a porcentagem em cada uma delas. Fez-se ainda a associação entre natureza da ocorrência ou fato da navegação, com os locais que apresentam maiores quantidades de alterações fisiográficas.

3.3.2.2 Utilização da ferramenta GIS na relação dos dados da CPAOR e os que foram gerados no processamento digital de imagens

Afim de relacionar mudanças relacionadas à dinâmica costeira no trecho de navegação que une os estados do Amapá e Pará e os eventuais acidentes envolvendo embarcações que trafegam ao longo da costa, uma análise multitemporal e quantitativa no intervalo de 20 anos, (1986 a 2006), foi realizada utilizando-se como principal ferramenta o Sensoriamento Remoto integrado ao *GIS (Geographic Information Systems)*.

3.3.3 Sistema de Informação Geográfica

Uma ferramenta apropriada para este trabalho consiste no Arcinfo, um software que oferece um conjunto de aplicações que permitem ao usuário realizar operações sofisticadas de geoprocessamento e conversão de dados. Desde a concepção, modelagem, conversão e tratamento dos dados, às análises espaciais e elaboração de mapas para apresentação (GIS 2010).

3.3.3.1 Mosaico

O método do mosaico foi empregado devido os sensores utilizados imagearem uma área 185km², não abrangendo totalmente a área de estudo, que possui 580 Km de extensão, fazendo-se necessário a sobreposição de diversas faixas compondo um mosaico de imagens onde a área de estudo estivesse inclusa. Foram confeccionados dois mosaicos, um datando de 1986 e outro de 2006, objetivando-se uma análise multitemporal das modificações na linha de costa. Esta tarefa foi executada utilizando o *software ArcGis 9.3*, aplicativo *ArcMap* através da ferramenta *Mosaic To New Raster*, que exige que as cenas usadas possuam o mesmo número de bandas e profundidade de *bits* para que o mosaico seja executado.

3.3.3.2. Digitalização da linha de costa e inserção do trajeto da hidrovia

Finalizado o processo de confecção dos mosaicos, em cada um deles foi realizada a digitalização manual do contorno da linha de costa no trajeto da via fluvial estudada, traçando vetores, usando cores diferentes para a distinção das datas, 1986 e 2006. A escala de digitalização utilizada foi de 1:25 000. Assim, por meio da sobreposição dos produtos digitalizados, foi possível a análise visual e comparativa das modificações quanto a erosão e sedimentação.

3.3.3.3 Espacialização dos pontos da CPAOR e inserção da hidrovia estudada.

Por fim, fez-se uso da ferramenta propícia à espacialização dos pontos da localização aproximada dos acidentes referidos pela Capitania dos Portos da Amazônia Oriental, além de ser possível a digitalização da rota de navegação estudada neste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão exibidos os resultados referentes à análise quantitativa dos inquéritos administrativos sobre acidente ou fato da navegação instaurados no período entre 1986 a 2006 pela Capitania dos Portos da Amazônia Oriental, assim como a interpretação das imagens Landsat associadas ao Sistema de Informações Geográficas.

4.1 ANÁLISE DOS DADOS INSERIDOS NOS INQUÉRITOS INSTAURADOS NA CPAOR

É imprescindível inicialmente o comentário que durante a interpretação dos dados adquiridos na Capitania dos Portos da Amazônia Oriental observou-se que em alguns deles estavam incompletos, principalmente no que diz respeito à localização exata dos acidentes, constando apenas em alguns as coordenadas geográficas da ocorrência registrada, sendo este fato um empecilho a obtenção de um resultado preciso na associação das mudanças na linha de costa com o acidente relatado.

Os casos levados para instauração de Inquérito Administrativo sobre Acidentes e Fatos da Navegação (IAFN), inseridos na rota de navegação escolhida para estudo, constam neste trabalho sendo considerado acidentes da navegação: naufrágio, encalhe, colisão, abalroamento, alagamento, explosão, arribada, avaria ou defeito no navio, ou nas suas instalações (aparelhos, equipamentos, peças, acessórios e materiais de bordo), que ponha em risco a embarcação ou vidas a bordo.

Quanto as causas naturais citadas nos inquéritos investigados há considerações sobre as condições de tempo existentes no momento que ocorreu o acidente, na totalidade descreviam a ação de ventos fortes, geralmente combinado a situação de forte correnteza.

Analisando os dados numéricos selecionados nos inquéritos, pode-se identificar que ocorreram 199 acidentes no trecho em estudo. Diversos fatores

podem ser causas de acidentes, como excesso de passageiros e cargas, erro de navegação, má estivação da carga, ou ainda, alterações nas características das embarcações à revelia das normas técnicas.

4.1.2 Descrição e análise estatística dos dados inseridos nos inquéritos instaurados na CPAOR

Para melhorar o entendimento, os dados coletados nos inquéritos instaurados pela CPAOR apresentam-se agrupados em categorias nomeadas: tipo de embarcação, ocorrência, e localidade.

4.1.2.1 Tipo de embarcação:

Expõem-se abaixo as funções e as especificidades das principais embarcações citadas nos referidos inquéritos:

Barco a motor: Comumente chamadas de embarcações mistas por serem utilizadas para condução de passageiros e cargas. Essas embarcações, que geralmente possuem casco de madeira, fazem o trajeto da ligação fluvial entre Macapá-AP e Belém-PA em 24 horas, dando assistência anualmente a mais de 170 000 passageiros usuários das frotas operantes, As empresas transportadoras movimentaram 804 mil t., em 1996, sendo 583 mil t no sentido Belém-Macapá e 342 mil t. no sentido Macapá-Belém segundo dados publicados no caderno de infraestrutura do BNDES (1998).

Comboios: São embarcações exclusivamente destinadas ao transporte de cargas, executam o trajeto desse trecho da Hidrovia do Amazonas de 309 milhas num tempo de 40 horas em média, transportando anualmente 804 000 toneladas (AHIMOR/UFPA/FADESP, 1997).



FIGURA 7: Exemplos dos principais tipos de embarcações que transitam na hidrovia estudada. A e B – Barcos a motor, ou embarcações mistas, C e D - Comboios

Além dos tipos de embarcação citados, que compõem a maioria dentre os diversos tipos de embarcações envolvidas nos acidentes, existem outras categorias, denominadas pela CPAOR como navios, barco a propulsão, lancha, as embarcações de esporte e recreio, montaria, iate e veleiro, que tiveram baixa frequência de envolvimento nos acidentes.

Em dados percentuais, dos 199 acidentes que constam neste estudo, 34, 17% envolvem comboios. A liderança desse tipo de embarcação pode ser explicada considerando suas dimensões, possuindo grande área exposta ao vento, principalmente na porção lateral, e baixa visibilidade para manobra, sua condução é

restrita, trazendo preocupações extras quanto à segurança na navegação Padovezi (2003).

Em seguida, representando cerca de 25,13% do total, as embarcações a motor correspondem ao segundo maior número de envolvimento nos acidentes. A fragilidade dessas embarcações as torna propícias a risco de acidentes com inúmeras mortes. Devido aos problemas ligados à utilização de cascos em madeira, ao excesso de carga e à falta de compartimentagem do casco, a maior parte dos acidentes leva ao naufrágio em pouquíssimos minutos Frota (2006).

Outro tipo de embarcação com significativa percentagem chegando a 21,61% no total dos acidentes relatados estão os navios.

Preenchendo o restante das percentagens, verifica-se a inclusão das categorias: barco a propulsão, lanchas, e outras agrupadas, mencionadas anteriormente, que equivalem respectivamente a 9,05%, 6,03% e 4,02% do total. O gráfico abaixo ilustra as porcentagens calculadas das embarcações freqüentes nos dados obtidos na CPAOR:

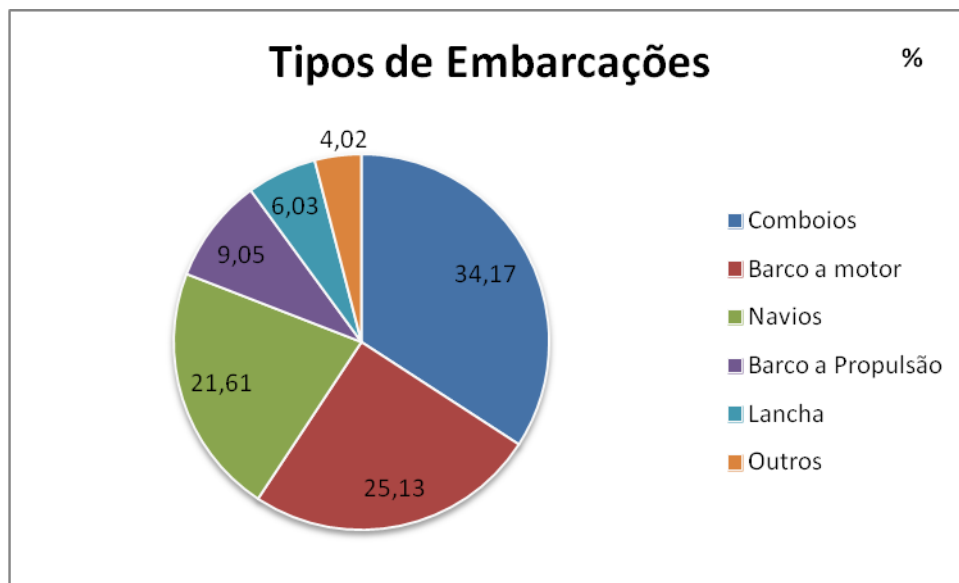


Figura 8 - Distribuição dos tipos de embarcação envolvida no estudo.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

4.1.2.2 Tipo de ocorrência:

Para melhorar o entendimento da descrição dos acidentes, além da exposição do tipo de ocorrência, e da frequência de cada ocorrência, dada em porcentagem, apresenta-se também uma breve caracterização de cada um reunindo para isso alguns conceitos apresentados no artigo 14 da Lei 2.180/54 do Tribunal Marítimo.

Abalroação ou abalroamento: a designação dada quando o objeto da colisão é outra embarcação. Dos acidentes quantificados, os que decorrem de abalroamento é a maioria, constando 59 ocorrências, o que representa 29.65 % do total.

Acidentes envolvendo tripulantes: nesta categoria estão inclusos os diversos acidentes que envolvem diretamente a tripulação a bordo, podendo ou não causar vítimas fatais, tais como: perda de um membro, queda n'água, escarpelamento e desaparecimento dos passageiros. Unindo todos esses tipos de acidente atribui-se 28 casos dos 199 analisados, o que em termos percentuais corresponde a 14.07% do total. Por agrupar diversos tipos de acidentes em uma única categoria, esta possui o segundo maior valor nas frequências encontradas.

Colisão: este tipo de acidente consiste no choque mecânico da embarcação contra qualquer objeto que não seja outra embarcação. No total de acidentes, 24 delas correspondem a esse tipo de acidente na navegação, em porcentagem correspondem a 12,06% do total.

Naufrágio: configura o 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, ocasionando a perda da embarcação, em alguns casos vítimas fatais. O Naufrágio pode ser conseqüência de um abalroamento, ou de uma colisão, segundo os relatos dos inquéritos da CPAOR, estando assim esta categoria está diretamente ligada a ocorrência de abalroamento e das colisões referidas. Em porcentagem correspondem a 9,54% do total, sendo percebida 19 vezes nos dados inseridos na tabela manipulada para a geração desses dados.

Arribada: é o ato de 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. Pode ocorrer devido à pane de máquinas; prestação de socorro médico a tripulantes por exemplo. As arribadas ocorreram em quantidade semelhante a de naufrágios, constando 17 acidentes, ou 8,54% do total das ocorrências.

Deriva: é a flutuação da embarcação ao sabor dos ventos, geralmente decorrente de uma avaria. Poucos acidentes dessa natureza foram registrados na escala de tempo, e na rota de navegação escolhida para estudo, constando 5 acidentes o que corresponde a 2,51% dos acidentes.

Alagamento: é a ocorrência de abertura nas obras vivas, termo usado na construção naval que designa a parte inferior dos cascos das embarcações, 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. Totalizam 8 casos ou 4,02% dos acidentes ocorridos.

Assalto: pode vitimar a tripulação, a carga ou ainda roubo do combustível da embarcação. Nos inquéritos analisados constam apenas 3 ocorrências, que significa 1,5 do total de acidentes

Avarias: consistem em defeitos no navio ou nas suas instalações (aparelhos, equipamentos, peças, acessórios e materiais de bordo), que ponha em risco a embarcação, as vidas e fazendas de bordo. Em porcentagem correspondem a 3.02% dos acidentes ou 6 registros.

Desvio de óleo combustível: Derrame de óleo combustível, presente em apenas 2 ocorrências, correspondendo somente a 1,01% do total.

Encalhe: é o contato das chamadas obras vivas ou abaixo da linha d'água, da embarcação com o fundo das águas, provocando esforços externos que tornam a

flutuação parcial e dificultam a movimentação do barco. Constatam 12 casos de encalhe nos inquéritos estudados, ou 6,03% do total.

Constam também nos inquéritos outros tipos de acidentes, classificados como emborcamento, adernamento, explosão, e danos a rede de pesca. Por serem menos freqüentes estão reunidos totalizando 16 ocorrências ou 8,04% de todas as ocorrências registradas nos dados destinados a análise.

A seguir estão dispostas as porcentagens de cada tipo de ocorrência discriminado acima:

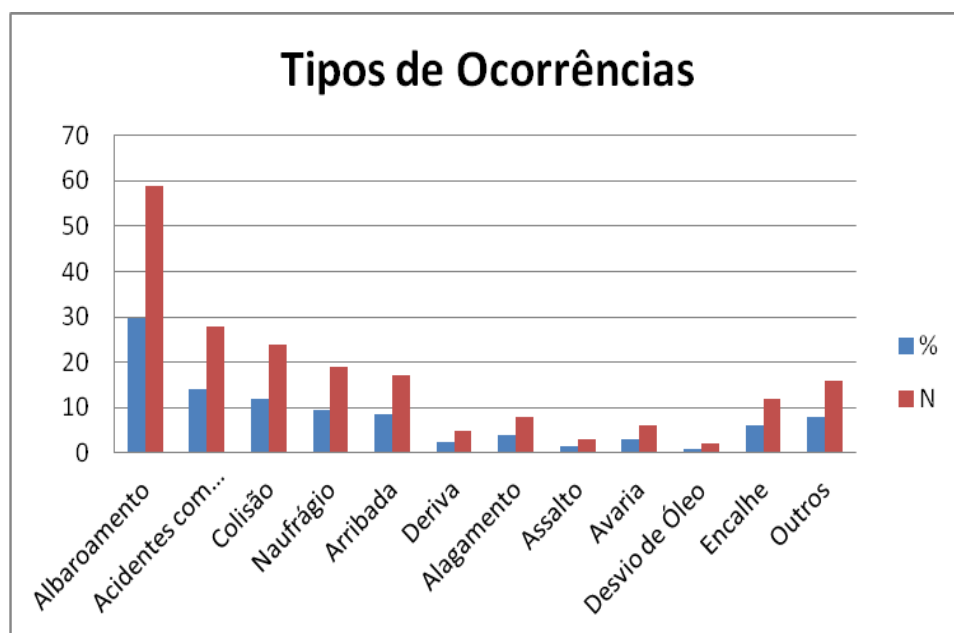


Figura 9- Distribuição dos tipos de ocorrências em valores números e percentuais.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

4.1.2.3 Localidades

As localidades onde ocorreram os acidentes relatados nos inquéritos, agrupadas ou não, foram denominadas da seguinte forma:

- Baía do Guajará
- Canal do Carnajipó
- Currealinho
- Furo de Breves
- Furo do Buiaçu

- Furo do Tajapuru
- Ilha de Jararaca
- Ilha de Jararaquinha
- Ilha do Papagaio
- Costa do Amapá
- Porto de Belém
- Portos na orla de Belém
- Orla de Belém
- Terminais próximos de Belém
- Trapiches da orla de Belém
- Rio Pará
- Baía do Marajó

A distribuição no espaço geográfico das localidades se vê na figura abaixo:

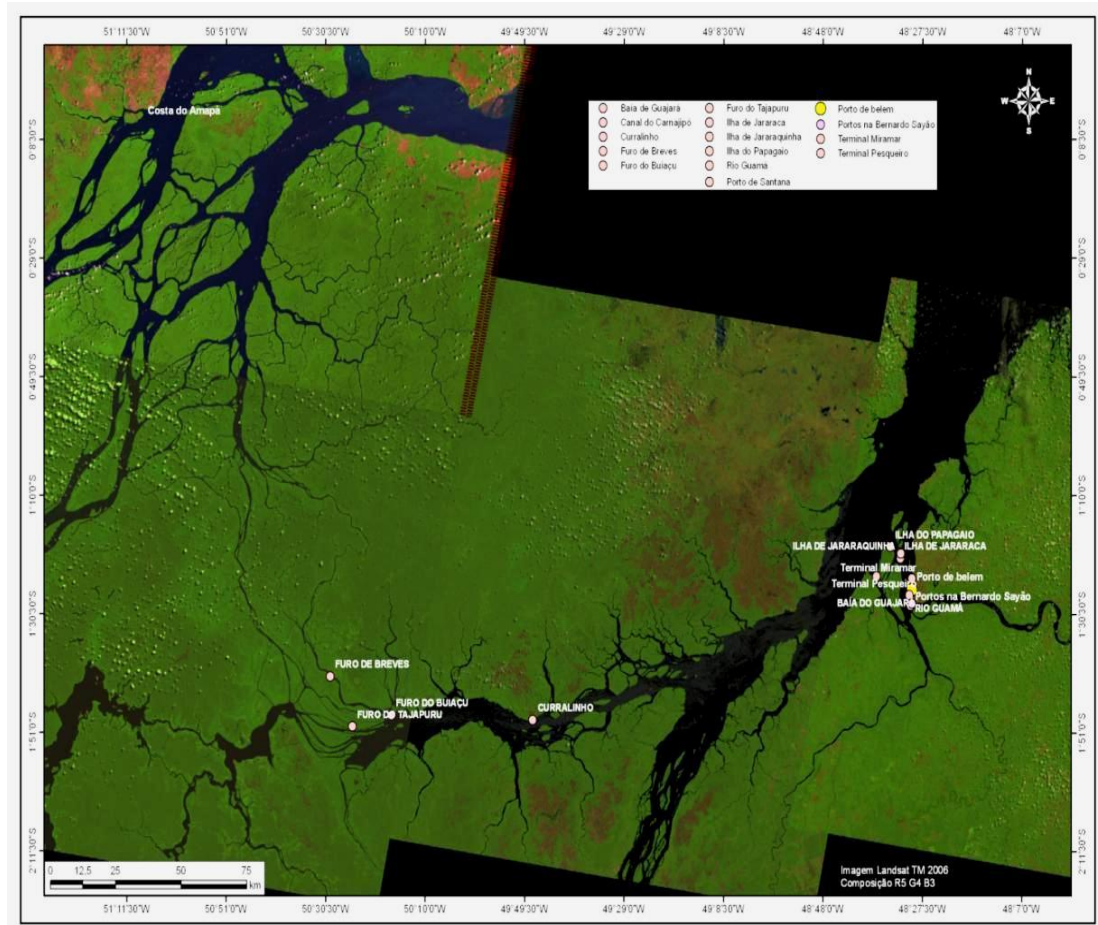


FIGURA 10 – Distribuição de localidades.
Fonte: Autora da pesquisa (2010).

Apresenta-se a seguir discriminadamente os locais e a natureza das ocorrências, juntamente com a frequência de cada uma delas em valores percentuais:

A localidade Porto de Belém apresentou preponderância em relação as demais, o que pode ser explicado pela maior fiscalização ocorrida nesta localidade, com relação as demais aqui mencionadas, apresentam um total de 43 acidentes, que distribuem-se entre 10 abalroamentos, 8 envolvendo tripulantes, 7 colisões, 2 encalhes e se tratando de uma região portuária, verificou-se a maior frequência de arribadas com 16 ocorrências.

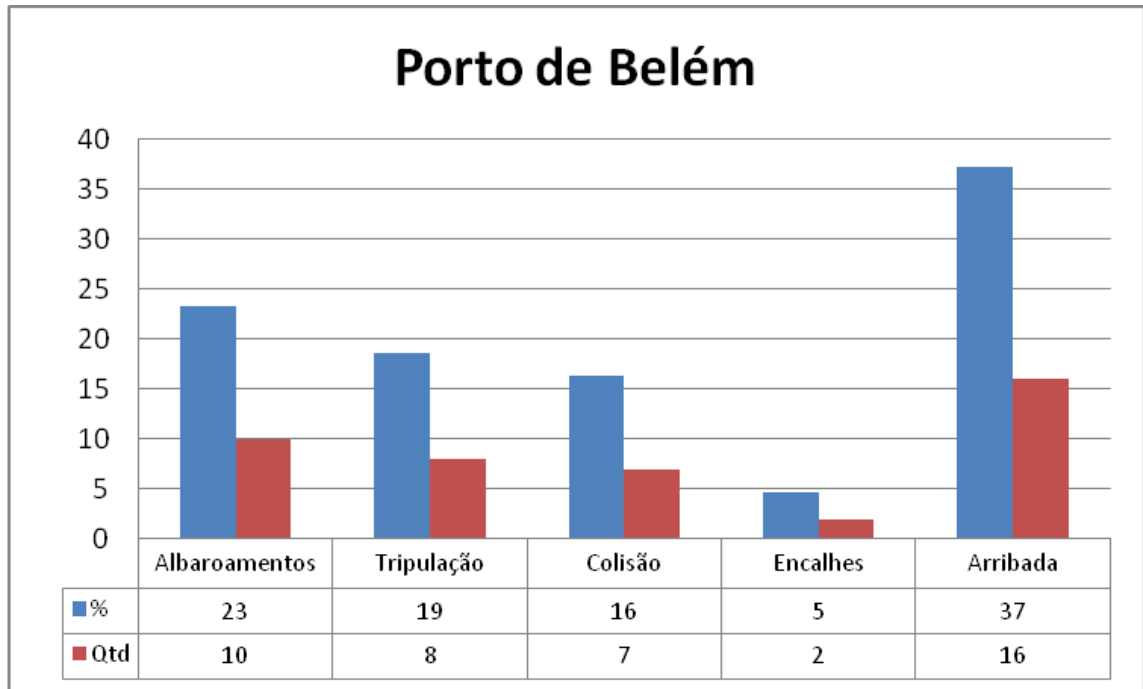


FIGURA 11 – Acidentes na localidade do Porto de Belém-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Ainda na região próxima de Belém, têm-se as localidades Portos na orla de Belém, Trapiche na orla de Belém, Orla de Belém e Baía do Guajará, que foram analisadas separadamente a fim de manter a originalidade das informações fornecidas pela CPAOR.

Na localidade Portos na orla de Belém foram reunidas detalhadamente as ocorrências dos portos Mundurucus, São Benedito, Santa Efigênia e Porto da Sanave, que representam 20 do total de acidentes, dos quais atribuem-se o registro de 6 abalroamentos, 4 colisões, 4 adernamentos , 2 alagamentos e 2 explosões.

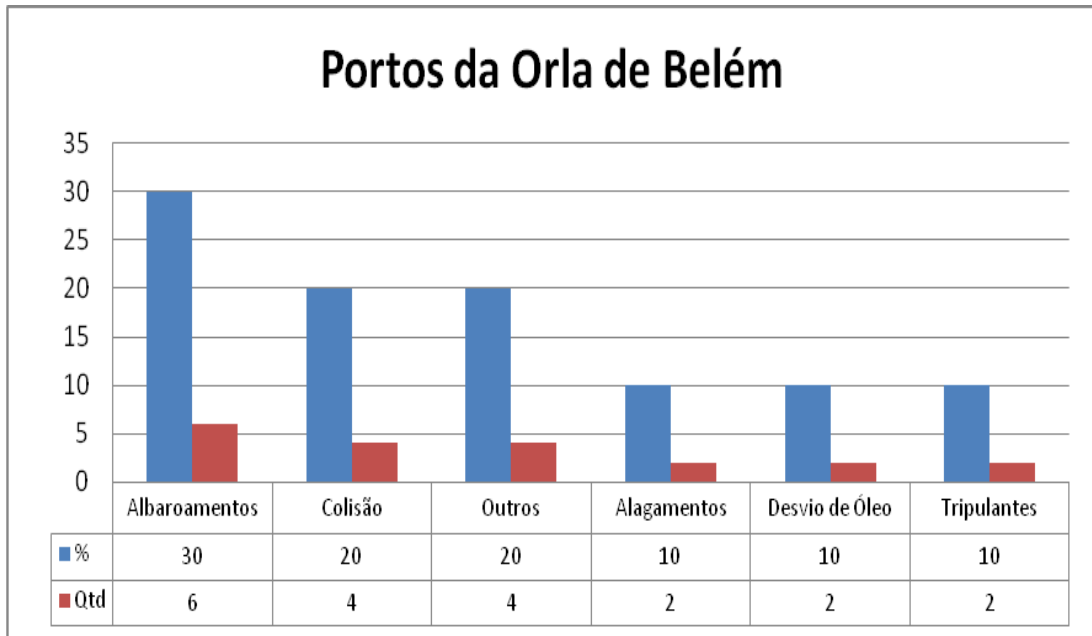


FIGURA 12 – Acidentes na localidade dos Portos da Orla de Belém-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Trapiches na orla de Belém refere-se aos que se situam na Av. Bernardo Sayão em Belém-PA, comumente utilizados para atracação de embarcações que transportam passageiros e cargas. No total foram 11 registros de acidentes, sendo 3 deles explosões, 3 envolvendo a tripulação, 2 abalroamentos, 2 colisões e 1 alagamento.

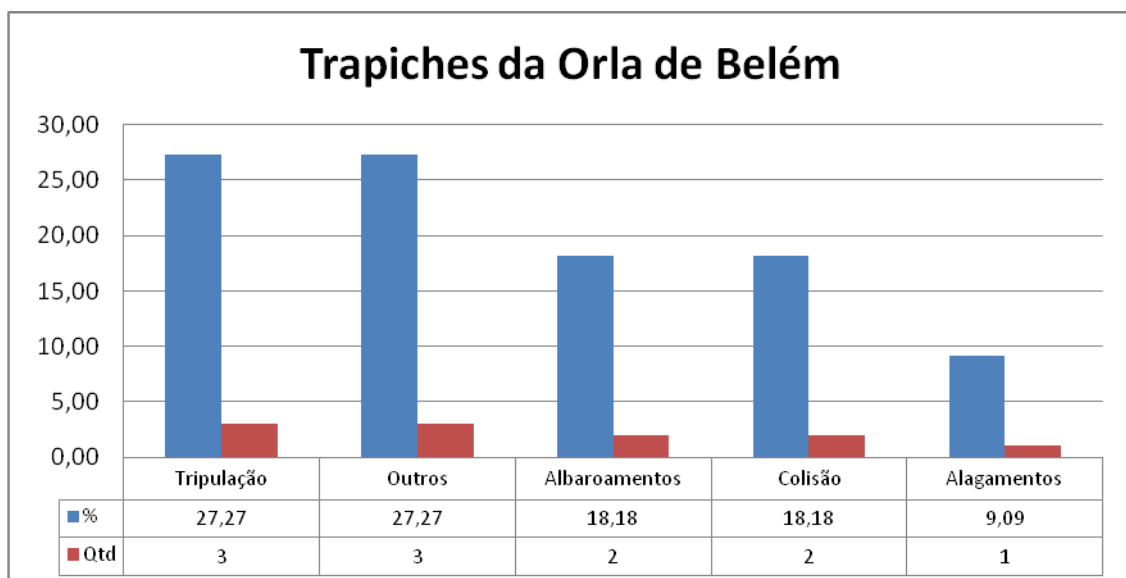


FIGURA 13 – Acidentes na localidade dos Trapiches na Orla de Belém-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Dos acidentes ocorridos na localidade Orla de Belém dos acidentes que constam, 3 são abalroamentos, o restante inclui 2 colisões, 2 explosões, 1 assalto e 1 envolvendo a tripulação.

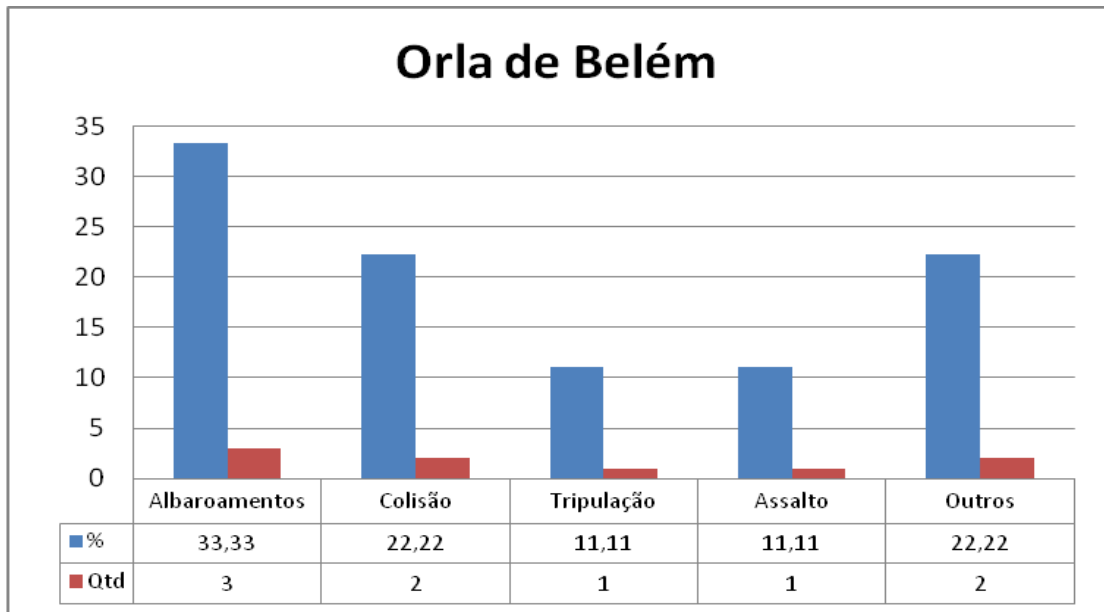


FIGURA 14 – Acidentes na localidade da Orla de Belém-PA.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

A Baía do Marajó consta nesta análise por estar inserida na foz do Rio Pará, portando estando compreendida na área em estudo. Registram-se nos dados da CPAOR 32 acidentes que se dividem entre 7 abalroamentos, 6 naufrágios, 5 envolvendo a tripulação, os outros correspondem a 3 registros para cada ocorrência de alagamentos, avarias, encalhes, e emborcamentos ou adernamentos, além de 2 colisões.

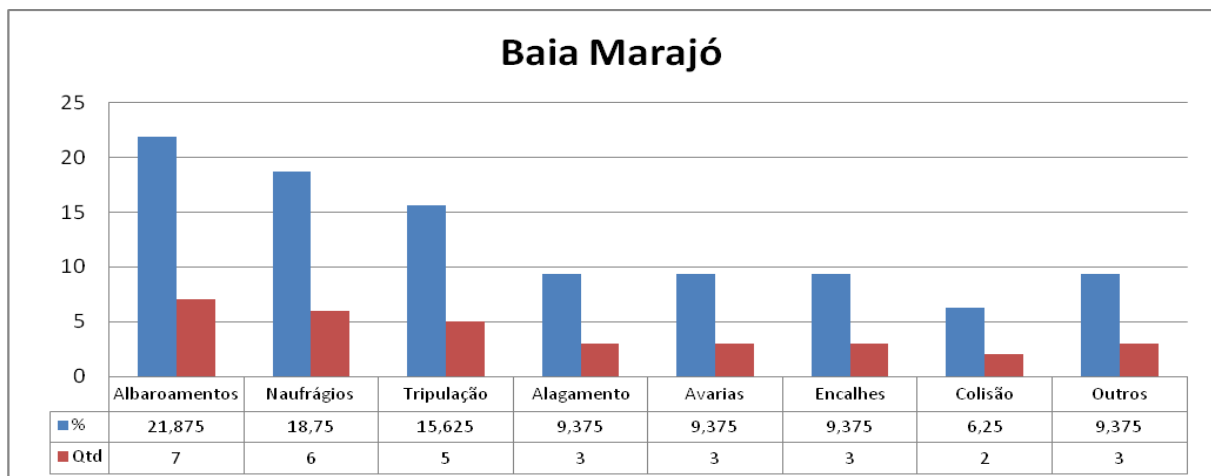


FIGURA 15 – Acidentes na localidade da Baía do Marajó-PA.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Os acidentes ocorridos nas localidades nomeadas pela CPAOR como Foz do Rio Amazonas ou Rio Amazonas, Porto de Santana, aqui são apresentados aglutinados em uma única localidade, aqui nomeada Costa do Amapá, onde verificou-se o segundo maior número de acidentes em uma localidade. Distinguindo as ocorrências tem-se: 6 acidentes que envolveram a tripulação, 5 abalroamentos, 4 naufrágios, 2 decorrentes de danos na rede de pesca, 2 derivas, 1 adernamento, 1 explosão e 1 arribada:

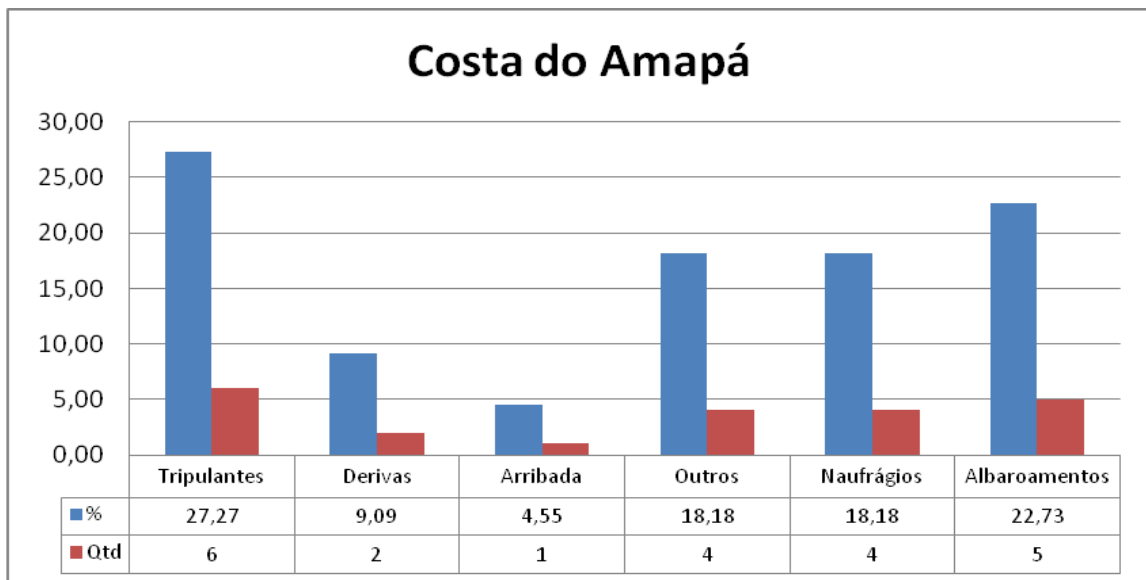


FIGURA 16 – Acidentes na localidade da Costa do Amapá.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Próximo a cidade de Breves-PA foram analisadas 11 ocorrências, sendo elas: 5 abalroamentos, 2 alagamentos, 2 assaltos, 1 naufrágio e 1 acidente vitimando tripulantes.

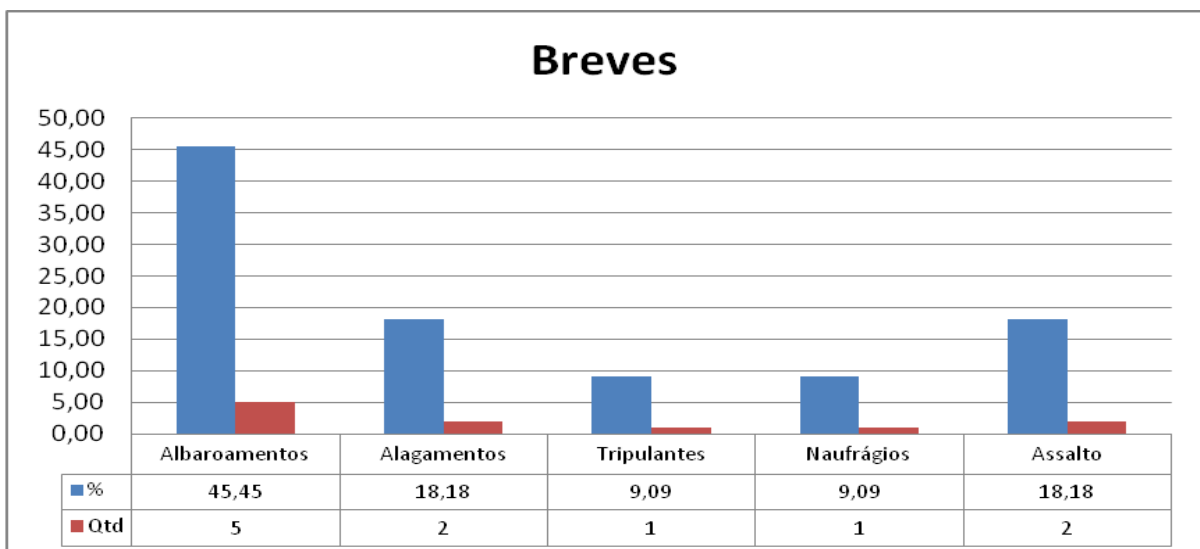


FIGURA 17– Acidentes na localidade de Breves-PA.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Na região próxima ao Furo do Carnajipó houveram 10 acidentes, discriminadamente constam nos inquéritos da CPAOR 3 abalroamentos exclusivamente, o restante se distribui-se em 2 ocorrências para cada tipo de acidente do tipo avarias, encalhes, naufrágios:

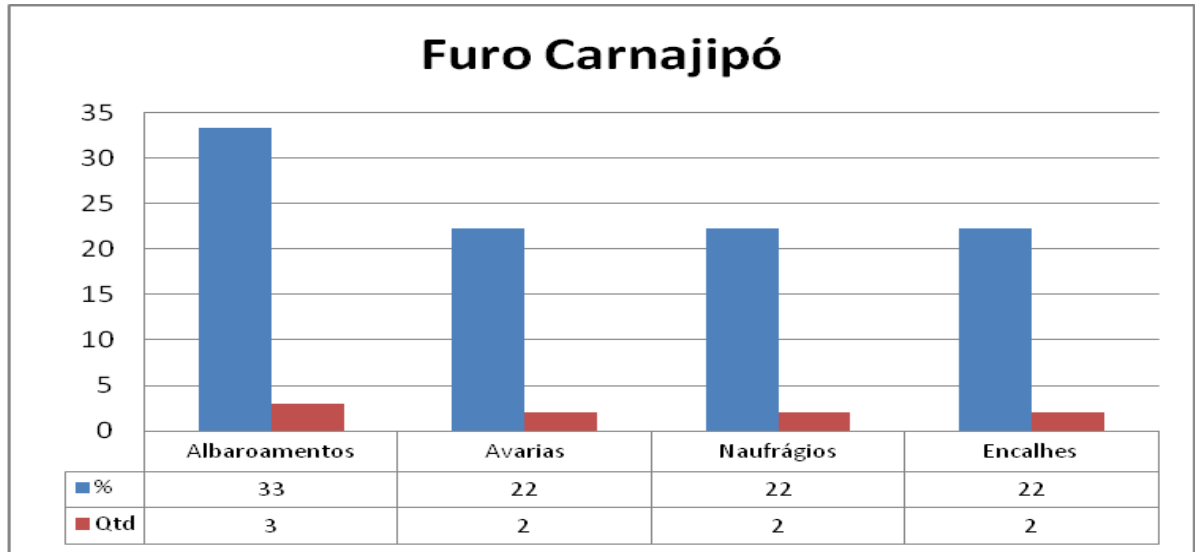


FIGURA 18 – Acidentes na localidade do Furo Carnajipó-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Os acidentes ocorridos no Rio Pará foram em número de 5, sendo 2 abalroamentos e 3 derivas:

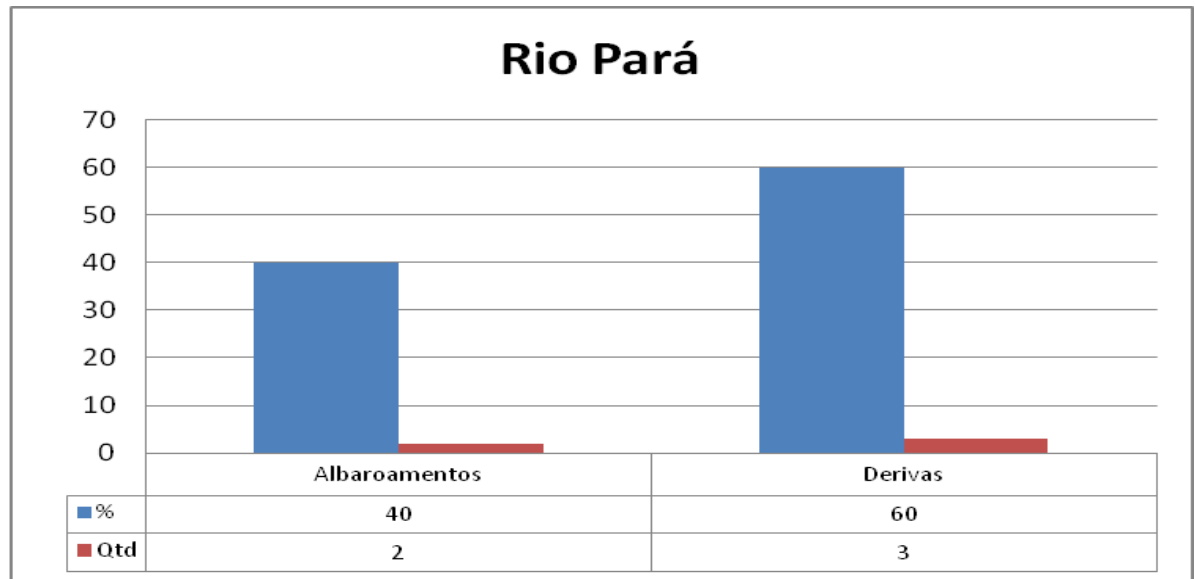


FIGURA 19 – Acidentes na localidade do Rio Pará-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Na Ilha do Papagaio houveram 5 acidentes que consistem em 4 abalroamentos, e 1 colisão:

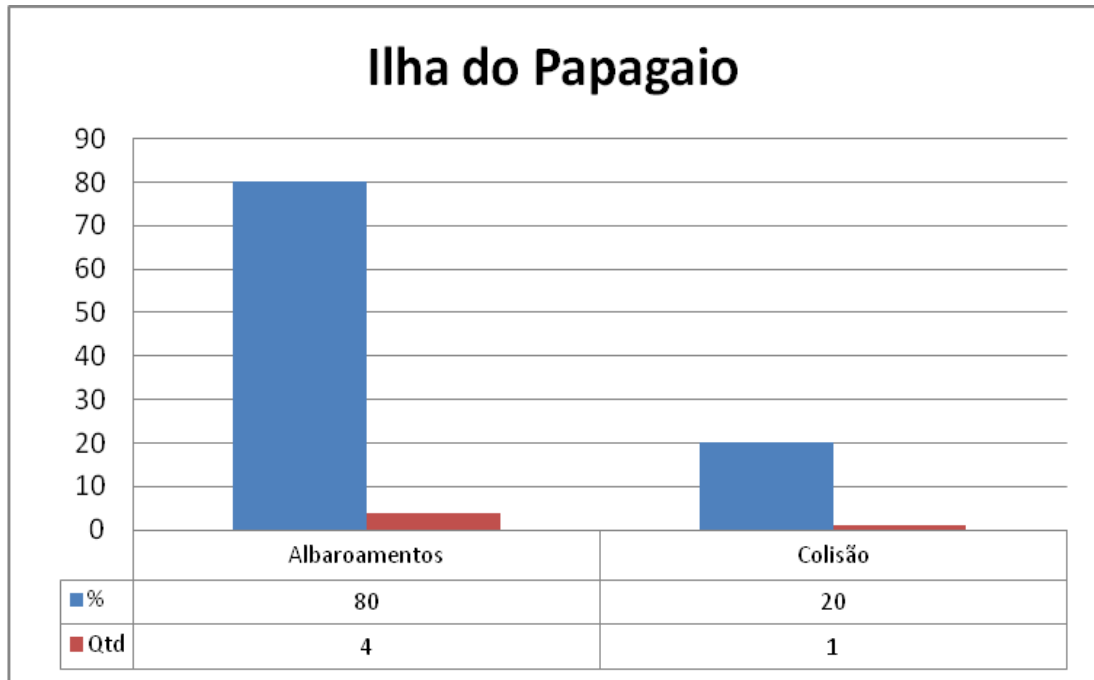


FIGURA 20 – Acidentes na localidade da Ilha do Papagaio-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Na localidade de Curralinho dos 4 acidentes registrados 3 foram colisões e 1 encalhe:

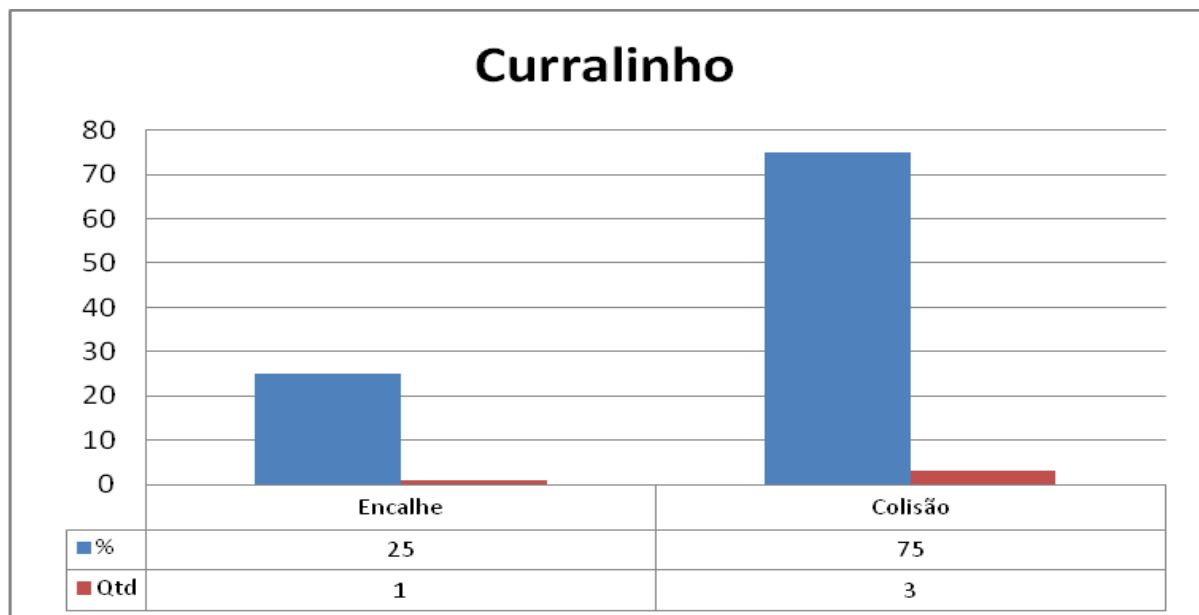


FIGURA 21 – Acidentes na localidade de Curralinho-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Próximo a Ilha de Jararaca verifica-se 3 abaloamentos:

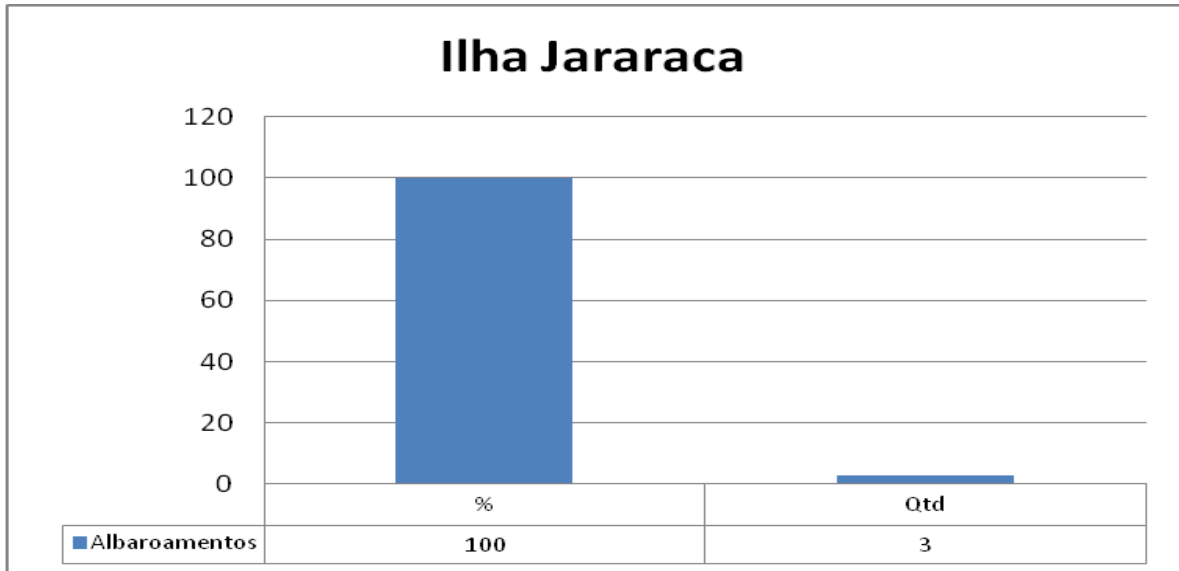


FIGURA 22 – Acidentes na localidade de Ilha de Jararaca-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Foram registrados na localidade Furo do Tajapuru 3 ocorrências, sendo elas:
2 albaroamentos e 1 encalhe:

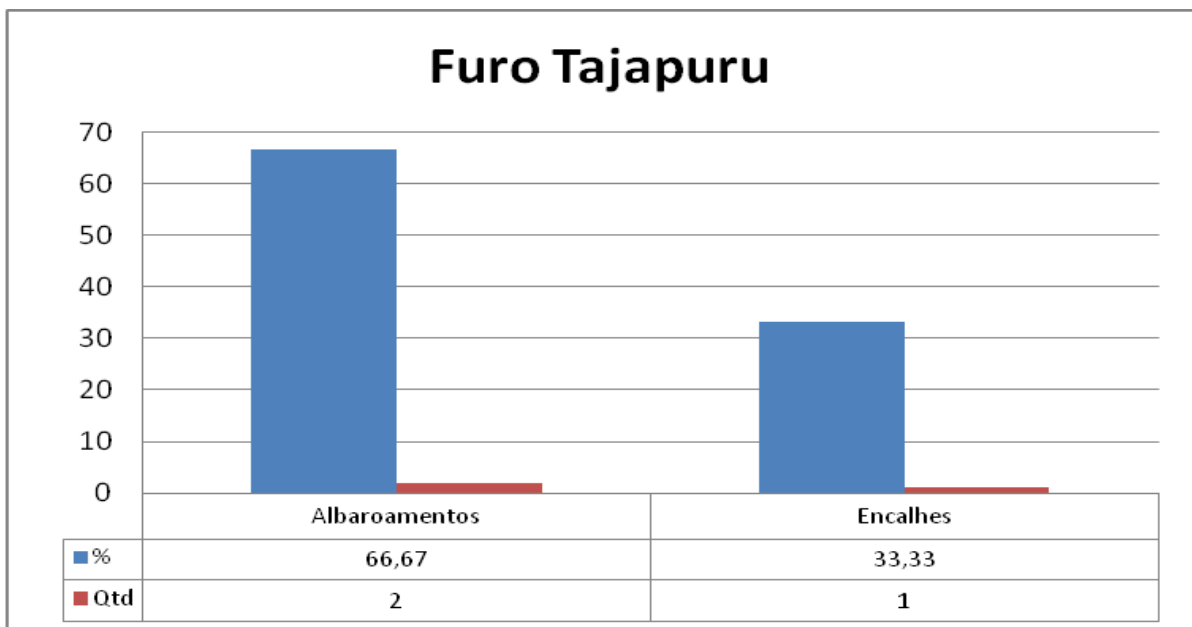


FIGURA 23 – Acidentes na localidade do Furo Tajapuru-PA.
Fonte: Autora da pesquisa (2010)

De uma forma bem abrangente, os dados dos inquéritos da CPAOR citam a localidade Ilha do Marajó onde são atribuídos 3 naufrágios e 1 encalhe:

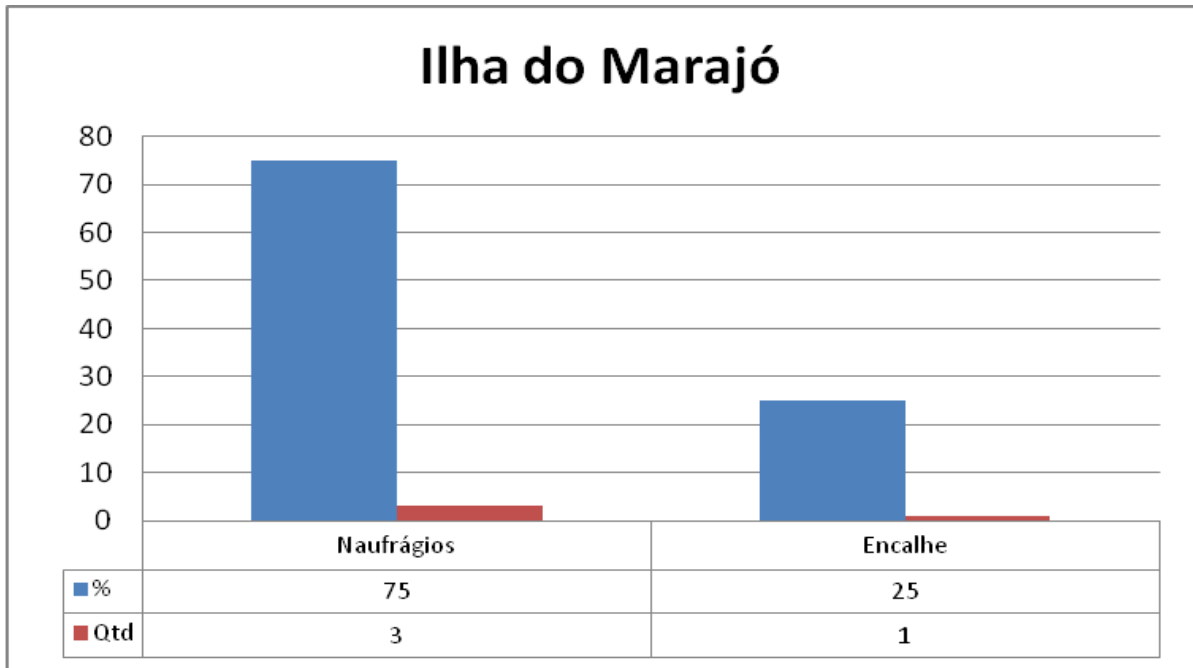


FIGURA 24 – Acidentes na localidade da Ilha de Marajó-PA.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Em números ainda menores tem-se as localidades Estreito de Buiáçu ou Rio Buiáçu, e Ilha da Jararaquinha, que apresentam apenas 1 ocorrência cada, sendo respectivamente avaria e abalroamento.

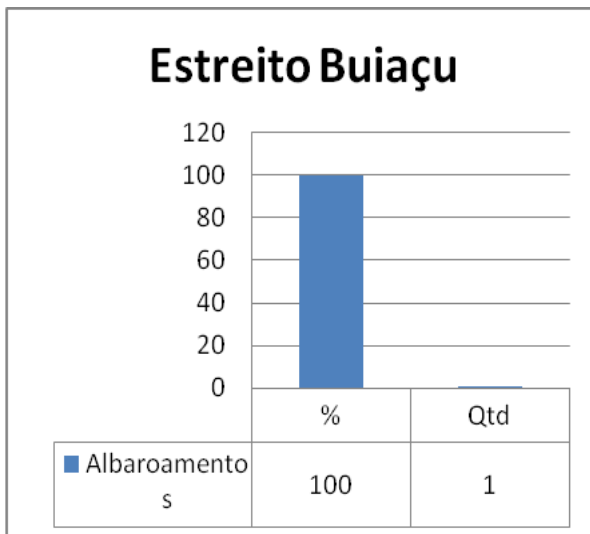


FIGURA 25 – Acidentes na localidade do Estreito Buiáçu-PA.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

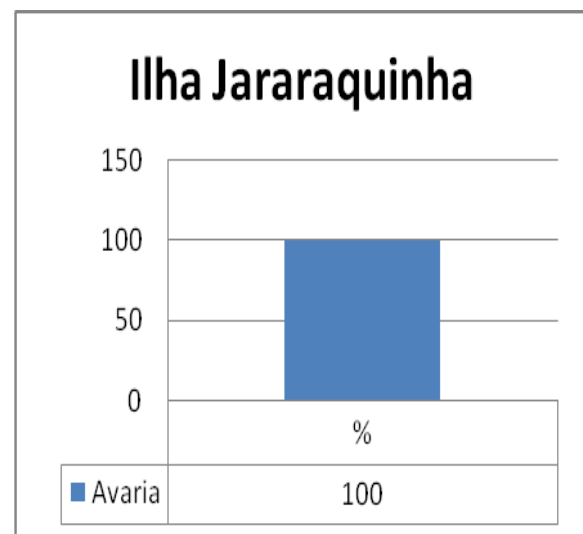


FIGURA 26 – Acidentes na localidade da Ilha de Jararaquinha-PA.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

Reunidos em um único gráfico, estatisticamente a relação da quantidade de acidentes por localidade é vista abaixo:

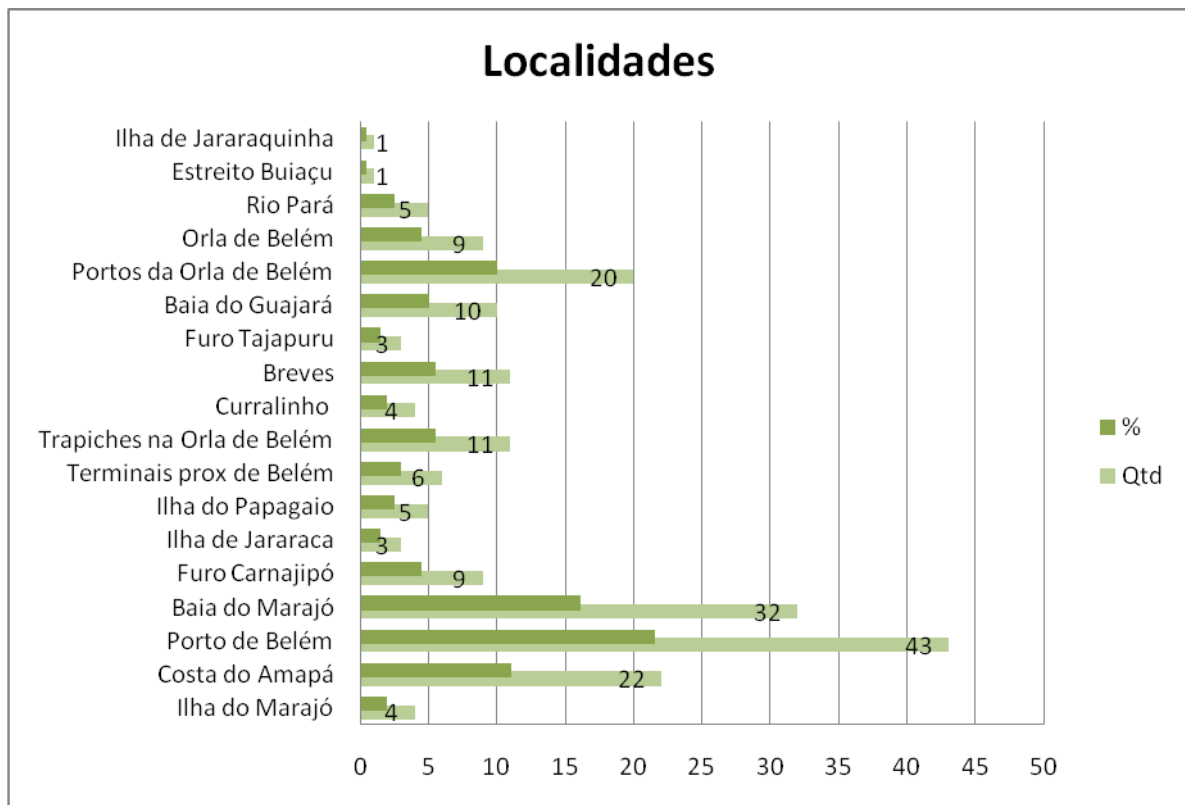


FIGURA 27 – Quantidade de acidentes por localidade.

Fonte: Autora da pesquisa (2010)

4.1.3 Relação entre a localização e maiores freqüências de acidentes

Foram identificados três principais pontos de ocorrência dos acidentes. Próximo aos centros urbanos, considerando aqui as localidades denominadas Trapiches na Orla de Belém, Terminais na Orla de Belém, Porto de Belém, e Orla de Belém, constatando assim que as áreas portuárias apresentam um número considerável de acidentes, logo em seguida estão os inclusos na Costa do Amapá, e os que abrangem a e na região dos estreitos, sendo as localidades, Furo do Buiáçu, Rio Buiáçu, Breves e Furo do Tajapurú.

TABELA 6 – Localidades que apresentaram maiores quantidades de acidentes.

Localidade	Frequência
Região Portuária de Belém	60,30%
Costa do Amapá	15,07%
Região dos Estreitos	12,06%

Fonte: autora da pesquisa (2010)

Algumas referências são pertinentes quando se tenta explicar a ocorrência de acidentes em hidrovias. Assim, é dito por Ferreira (2000), que o fluxo de carga transportada tem influência direta na quantidade de acidentes que uma hidrovia pode conter, no entanto comenta que há grande dificuldade, na obtenção de dados estatísticos e informações realmente confiáveis sobre acidentes em hidrovias brasileiras, sobretudo na Bacia Amazônica, mesmo sendo notório o grande número de ocorrências.

Outro fator destacado pelo autor é a importância de oferecer qualificação aos pilotos ou a tripulação em geral, para que estes possam exercer suas funções com segurança e eficiência, evitando assim os casos de negligência e imprudência, por parte do piloto, ou até mesmo da tripulação em geral.

Em uma análise estatística baseada nos acidentes ocorridos na hidrovia Tietê-Paraná, Ferreira (2000), identifica através de porcentagens os períodos em que esses acidentes são mais frequentes, mencionando todos os tipos de embarcação que estiveram envolvidas. Constata que a grande maioria dos acidentes registrados são de grande gravidade com relação a prejuízos financeiros e materiais, o tipo de embarcação envolvida majoritariamente são os comboios, que correspondem 62% do montante registrado, e o tipo de ocorrência mais comum são as colisões, que em termos percentuais apresentam 48% das ocorrências.

Ainda é importante dizer que como consequência dos acidentes em hidrovias Ferreira (2000), considera que tanto no aspecto dos prejuízos materiais, como também os que estão relacionados ao meio ambiente, ambos consistem em pontos cruciais que diferenciam o transporte hidroviário de outros modais, sendo, portanto, necessário que se tome precauções relativamente maiores, principalmente no que diz respeito ao transporte de cargas perigosas.

Na Amazônia Oriental, Bueno (2009) aponta como principais causas de acidentes o excesso de passageiros e cargas; o erro de navegação; a má estivação da carga; as alterações nas características das embarcações à revelia das normas técnicas.

O tráfego de embarcações e navios na Bacia Amazônica segundo Martins 2009 é intenso e complexo, envolvendo peculiaridades regionais, como o trânsito simultâneo de barcos e canoas transportando passageiros e cargas, comboios de empurradores, e o

de navios de cabotagem e de longo curso que carregam petróleo e gás, minérios, insumos industriais e grãos e embarcações de lazer. Estima-se que aproximadamente 130.000 embarcações navegam nos 26 mil quilômetros de rios navegáveis da bacia amazônica, sendo que quase 70 000 são clandestinas. Quanto a natureza dos acidentes, Martins (2009), diz que são essencialmente naufrágios, encalhes, colisões e abalroamentos, e que acontecem em média, cerca de 100 acidentes anualmente em toda bacia amazônica , com uma média de vítimas fatais da ordem de 50 por ano.

4.2 SENSORES REMOTOS: INTERPRETAÇÃO DE MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA LINHA DE COSTA

Através do uso de imagens oriundas do sensoriamento remoto a interpretação visual decorrente da digitalização da linha de costa, permitiu exclusivamente a percepção das modificações morfológicas que ocorreram ao longo de toda área em estudo. Estas modificações correspondem à erosão ou acumulação de sedimentos ao longo da costa. A metodologia utilizada exclui a obtenção de dados precisos quanto ao volume de área acrescida e/ou erodida, e descrição das feições morfológicas resultantes do processo de deposição e erosão sedimentar.

A partir da superposição das imagens processadas dos sensores remotos é perceptível o deslocamento da linha de costa ao longo dos anos inclusos no intervalo de tempo estudado, entre 1986 e 2006 (20 anos), revelando um registro da direção das mudanças dos setores costeiros em erosão e acreção.

Quanto aos processos acrecionais, foi verificado que estes são consideravelmente mais frequentes, e ocorrem em quase toda linha de costa inserida na área de estudo, com relevância ainda maior nas regiões próximas das cidades de Macapá e Santana no Amapá, e na extensa área compreendida entre as cidades de Belém e Currealinho no Pará. Esses processos deposicionais que ocorrem na área em questão podem ser explicados pelo o que é exposto por Batista *et al.* (2009) quanto aos fenômenos de progradação costeira, decorrentes de mecanismos de sedimentação, controlados pelo aporte de material de fina granulometria (silte e argila) lançados pelo rio Amazonas. Segundo Santos *et al.* (2004) estes sedimentos são depositados em áreas protegidas ou em locais onde as correntes de maré e fluviais perdem sua capacidade de

transporte, como resultado da erosão têm-se terraços que são exposto na baixa-mar, enquanto que do processo de acumulação resultam as extensas planícies de maré.

Gregório e Mendes (2009) estudando a batimetria e sedimentologia da baía do Guajará, Belém-PA, que possui 70% do substrato cobertos por lama, destacam a influência da intensidade das correntes de maré na deposição de sedimentos lamosos, verificada na formação de uma barra de pontal no setor sul (foz do rio Guamá), decorrente da diminuição da intensidade para sul, das correntes de maré, e para norte, das correntes fluviais.

Para melhor visualização dos registros encontrados de áreas que sofreram modificações morfológicas, com destaque para áreas com ocorrência de deposição nos locais referidos acima, Costa do Amapá, proximidades de Curralinho, e regiões próximas a Belém, verificar os apêndices A, B e C.

A suscetibilidade da linha de costa a processos erosivos na área em estudo é entendida através do conhecimento do funcionamento hidrodinâmico do Rio Amazonas a qual está sujeita, sobretudo no que diz respeito às correntes fluviais e de marés, Santos *et al.* (2004).

Neste trabalho as regiões em que se verificou a ocorrência de áreas erodidas podem ser vistas e modo geral no apêndice D.

Os diferentes tipos de embarcações que transitam em uma hidrovia estão também relacionados as causas de modificações num ambiente fluvial, conforme observado pela Agência Nacional de águas (ANA) (2005), que as ondas geradas pela passagem das embarcações também são apontadas como fator de intensificação da erosão das margens mas esse problema está mais relacionado com o tráfego das “voadeiras”, que causam ondas bem mais fortes que os comboios.

Numa comparação com o restante da área total analisada, foi visto que as alterações mais significativas foram as que se encontram próximas aos centros urbanos inclusos na área em estudo, próximos as cidades de Belém-PA e Macapá-AP. Esta constatação pode se relacionar ao que foi dito por Addad (1997) quanto a dinâmica sedimentar, que tem sofrido alterações antrópicas, decorrentes de obras como dragagens, comuns em áreas portuárias, neste contexto, apresentam-se concentradas nas áreas urbanas supracitadas.

Ainda sobre as ações antrópicas que desencadeiam modificações ao longo da linha de costa é advertido por Drew (1986) que as alterações hidrológicas iniciadas na parte urbanizada de uma bacia hidrográfica podem produzir efeito a montante da

corrente e ainda mais a jusante, possivelmente modificando todo o funcionamento da bacia hidrográfica.

4.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS NO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Apresentam-se neste item os empecilhos encontrados no decorrer da elaboração deste trabalho, tais como as dificuldades na análise dos dados cedidos pela CPAOR, decorrentes da ausência de informações que tornariam os resultados mais precisos; e a inexistências de imagens LANDSAT disponíveis que apresentassem qualidade superior, imageadas no intervalo de tempo escolhido para estudo.

Nas informações contidas nos inquéritos instaurados na CPAOR não foram observadas dados exatos de localização das ocorrências de acidentes, gerando a impossibilidade de uma melhor espacialização dessas localidades, o que seria indispensável para contagem mais eficiente das ocorrências por localidade, dispensando a necessidade de agrupar algumas das localidades em uma área de abrangência maior, a exemplo da área aqui denominada de Costa do Amapá, além de comprometer a obtenção de conclusões sobre os fatores que levaram a ocorrência, a partir de estudos aprofundados sobre a localidade dos acidentes relatados.

Conforme dito anteriormente, não foram encontradas imagens que pudessem substituir a que foi utilizada neste trabalho, correspondente a cena 225-01 de 15.07-1986. Por essa razão as análises visuais não puderam ser efetivadas com a mesma qualidade das demais cenas utilizadas, por apresentar grande cobertura de nuvens. Portanto, a delimitação da linha de costa na região que corresponde esta cena foi interrompida em muitos trechos, conseqüentemente não foi possível a comparação desta, com a sua correspondente do ano de 2006, nas áreas que se mostraram totalmente encobertos por nuvens.

A cobertura de nuvens sobre a área imageada pode ser percebida na figura a seguir:

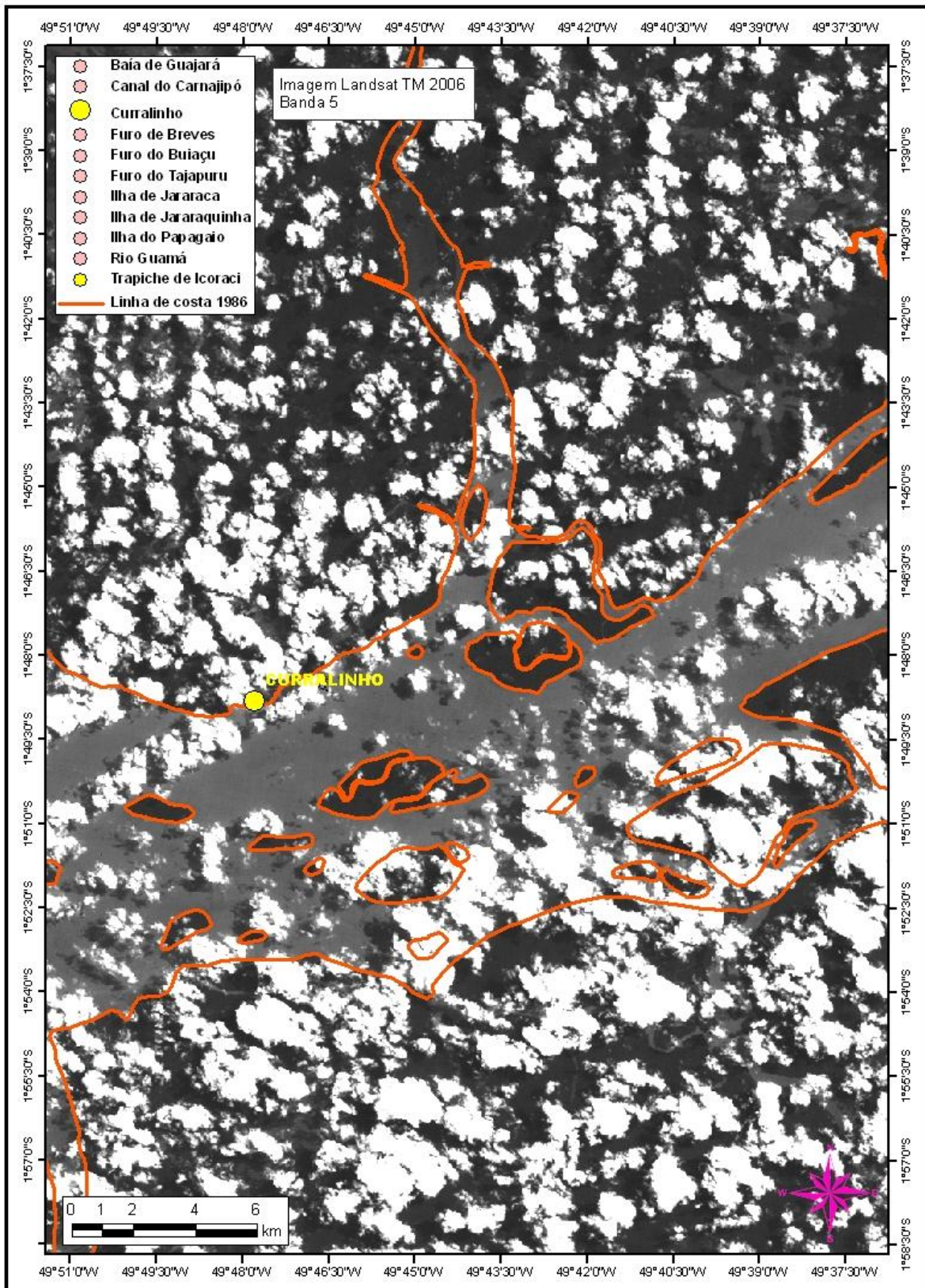


FIGURA 28: Cobertura de nuvens sobre a região compreendida na cena imageada 225-01 de 15.07.1986.

5 CONCLUSÃO

As constatações feitas ao longo do desenvolvimento deste trabalho serão apresentadas a seguir:

Observando a disposição dos pontos no espaço geográfico que abrange a área estudada, verifica-se que os dois principais centros urbanos nela inseridos, Macapá-AP e Belém-PA, apresentam maior destaque quanto ao número de ocorrências, pode-se assim, considerar a urbanização como um fator que contribui, ainda que de forma indireta, para que haja maior volume de acidentes ocorrido próximos a essas áreas, uma vez que são mais freqüentes obras de interferência antrópica.

Relacionando o número de ocorrências dentre esses centro urbanos, ainda é verificado que as ocorrências são maiores quanto mais próximos de Belém forem os pontos. Uma explicação deve-se ao maior de número de embarcações que transitam nessa região, como conseqüência do acúmulo de terminais e portos, que possuem características singulares como, por exemplo, as pequenas distâncias entre as embarcações, que favorecem as ocorrências de choque entre embarcações, como comprovado na observação de que os abalroamentos são os tipos de acidentes mais freqüentes e que as localidades próximas de Belém são as que registram maiores ocorrências, de modo específico refere-se as localidades de Porto de Belém, Portos na Orla de Belém, Trapiches e terminais na orla de Belém e Baía do Guajará.

A região próxima da cidade de Breves-PA é outra região que merece destaque quanto ao número de ocorrências registradas, devido ao representativo fluxo de embarcações nessa região, visto que além de ser um ponto de conexão com o Amapá, este trecho intersecta a ligação com o Amazonas, passando por Santarém-PA. Mais uma vez, é constatado que os abalroamentos são os acidentes mais freqüentes.

Sobre os estudos estatísticos que se referem ao tipo de embarcações, cabe dizer que os comboios lideram o número de ocorrências estudadas, fato que pode ser explicado principalmente pelas dimensões da embarcação, que possuem uma grande área lateral exposta ao vento, além da baixa visibilidade para manobra que torna sua condução restrita.

Sabe-se que acidentes em hidrovias acontecem por múltiplas causas, e que estas causas compõem o conjunto de riscos a navegabilidade, sejam elas o mau tempo, a falta de manutenção das embarcações ou da via navegável. No entanto nos inquéritos instaurados pela CPAOR é apontado apenas como causa na maioria das ocorrências, o

fator humano, ou seja, os acidentes ocorrem majoritariamente devido a imprudência ou imperícia por parte dos condutores ou dos tripulantes das embarcações. Para que este tipo de impacto a hidrovia seja erradicado é preciso, por meio da ação da CPAOR, que haja uma melhor formação de aquaviários, e rigor nas fiscalizações para que sejam cumpridas as normas de tráfego das embarcações, e que as demais causas de acidentes nesta hidrovia em estudo sejam mencionadas.

Tendo em vista as dimensões da hidrovia estudada, é aceitável que haja maiores dificuldade por conta deste fator na fiscalização. No entanto, é imprescindível a atenção principalmente às áreas onde ocorre o maior número de acidentes, através da idealização e execução de soluções que viabilizem uma melhor política de fiscalização, Assim como, estudos posteriores a esse, que delimitem uma área menor, a fim de possibilitar a inclusão de outros parâmetros ausentes no presente estudo, gerando dados ainda mais precisos.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Zoneamento fisiográfico e ecológico do espaço total da Amazônia Brasileira**. Estud. av. [online]., vol.24, n.68, pp. 15-24. 2010.

ADDAD, J. **Alterações fluviais e erosão costeira**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2 V, n.2 , 21-44, 1997.

ANA (Agência Nacional de Águas). **A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos**. Caderno de Recursos hídricos. Brasília- Distrito Federal, 2007.

AHIMOR/UFGA/FADESP. **Sistema de monitoramento do transporte fluvial da Amazônia**. p.21, Belém 1997.

BARBOSA, G.V., RENNÓ, C.V., FRANCO, E.M.S, **Geomorfologia da folha da SA 22 Belem**, in: Levantamento de Recursos naturais, Folha SA 22 Belém, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, Projeto Radam. Vol; 4, Rio de Janeiro. 1974.

BATISTA, E.M.; SOUZA-FILHO, P.W.M.; SILVEIRA, O.F.M. **Avaliação de áreas deposicionais e erosivas em cabos lamosos da zona costeira Amazônica através da análise multitemporal de imagens de sensores remotos**. Revista brasileira de geofísica, v. 27, supl.1, 2009.

BERMERGUY, R.L, **Estudo sedimentológico dos paleocanais da região do rio Paracauari, Ilha do Marajó** –Estado, (Dissertação de mestrado) Curso de Pós Graduação em Geologia e Geoquímica, UFGA, Belém, 1981.

BNDES- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO. **Caderno de Infra-Estrutura: Transporte na Região Amazônica**. Rio de Janeiro, v. 7, 114p. 1998.

BUENO,J.R. **Os desafios do agente da autoridade marítima na Amazônia Oriental**. 25, Belém, 2009.

CASTRO, M.A.; PORTO, J. **Ponte Brasil-Guiana Francesa: os paradoxos da integração em um contexto multi-escalar**. Revista de economia heterodoxa, OIKOS, nº 7, ano VI. 2007.

DREW, David. **Processos interativos homem – meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1986.

ESRI, **ArcGis Desktop, ArcInfo**, Disponível em: < <http://www.esri.com.br>> Acesso em 30 de abril de 2010.

FERREIRA, A.N. **Estudo preventivo de acidentes na hidrovía Tietê-Paraná: Aspectos preventivos**. Dissertação de mestrado (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) Universidade de São Paulo. Engenharia Naval e oceânica, 2000.

FROTA, C. D. **Transporte hidroviário de passageiros no amazonas: uma pesquisa com vistas à formulação de intervenção preventiva na segurança**. Anais da I Mostra Técnico-Científica. Manaus: SUFRAMA, 2007.

FURTADO.A.M.M. **Relações relevo-solo-vegetação da ilha de marajó-pa**.11f. [Trabalhos apresentados] Universidade Federal de Viçosa. 2009.

GABIOUX.G . **Influência da lama em suspensão sobre a propagação da maré na plataforma amazônica**. 2002 109f. Dissertação [mestrado, em ciências em engenharia civil] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

GONDIM.J. **A navegação interior e os usos múltiplos da água**. Revista Plenarium, disponível em <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos>> Acesso em 15 de setembro de 2010.

GREGÓRIO A.M. da S; MENDES A.C. **Batimetria e sedimentologia, Belém, estado do Pará, Brasil**. Dissertação de mestrado (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. 2009.

JENSEN, J. R. 1996. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. Prentice Hall: New Jersey, 318 pp.

JORNAL APTV. **Porto do Amapá se destaca no comércio exterior**. Portal da Amazônia, 02 de Dezembro de 2006. Disponível em:<<http://portalamazonia.globo.com/pscript/noticias/noticias>>, Acesso em 13 Agosto 2010.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira: características e possibilidades agrícolas**. Belém: FCAP, 2002.

LUCHIARI, A., KAWAKUBO, F. S., Morato, R. G. **Aplicações do sensoriamento remoto na geografia**. In: Venturi, L. A. B. (ed.) Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório. São Paulo, Oficina de Textos. 2005.

MARINHA DO BRASIL. Capitania dos Portos da Amazônia Oriental. **Normas e Procedimentos da Capitania do Portos da Amazônia Oriental**. Belém 2006.

MARTINS, E.M.O. **TRANSPORTE MARÍTIMO E FLUVIAL NA AMAZÔNIA**, 44, Belém, 2009.

MEDEIROS, A. M. S. **Aspectos geográficos da ilha de Caratateua, Belém-Pará**. Belém: IDESP, (Série Monografias, 7) 1971.

MIGUENS, A.P. **Navegação costeira, estimada em águas restritas. Navegação a ciência e a arte**, 1 v. 1993.

NITTROUER, C.A, DEMASTER, DJ. **The amazon shelf setting : Tropical energetic, and influenced by a large rive, Continental Shelf Research**, v 16,n 5/6. pp 553-573. 1996.

NITTROUER, C.A., KUEHL, S.A.,STERBERG,RW., et al., **An introduction to the geological significance of sediment transport and accumulation on the Amazon continental shelf**. In: C.A Nittrouer and S.A Kuehl (editors), Marine Geological, special issue Geological Significance of Sediment Transport and Accumulation on the Amazon Continental Shelf, v 125, 3/4 (Jul) pp 177-192. 1995.

PADOVEZI, C.D. **Influência da lama em suspensão sobre a propagação da maré na plataforma amazônica**. Tese [Doutorado em engenharia] Universidade de São Paulo, São Paulo 2003.

PROJETO NORTE COMPETITIVO, **Relatório interno**. 60, Brasília, 2010.

SANTANA. W.A. **Propostas de metodologias técnico-ambientais Para o desenvolvimento do Transporte comercial de cargas nas Hidrovias brasileiras**, 2004, 39f. Florianópolis.(Trabalhos apresentados) São Paulo: Departamento de Engenharia Naval e Mecânica.

SANTOS, V. F. dos; ANDRADE, A. C. da S.; SILVEIRA, O. F. M. da; MARTINS, M.H. de A.; CARVALHO, F. P. de. **Dinâmica Geomorfológica**. In: Diagnostico Socio-Ambiental Participativo do Setor Estuarino do Estado do Amapá. Macapá: MMA/GEA/IEPA. 2004.

SOUZA, A.J. Mercosul: **Avanços e deficiências de uma rede hidroviária**. In: XVI Congresso Brasileiro de Puertos, Rosario-Argentina, 2007.

STEFFEN, C.A Introdução ao Sensoriamento Remoto – Instituto Nacional de Pesquisas espaciais – INPE - 2006

WILLIAMS, D. 2009. **Landsat 7: science data users handbook. Landsat Project Science Office**. Disponível em: http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_toc.html. Acesso em 19 de abril de 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A

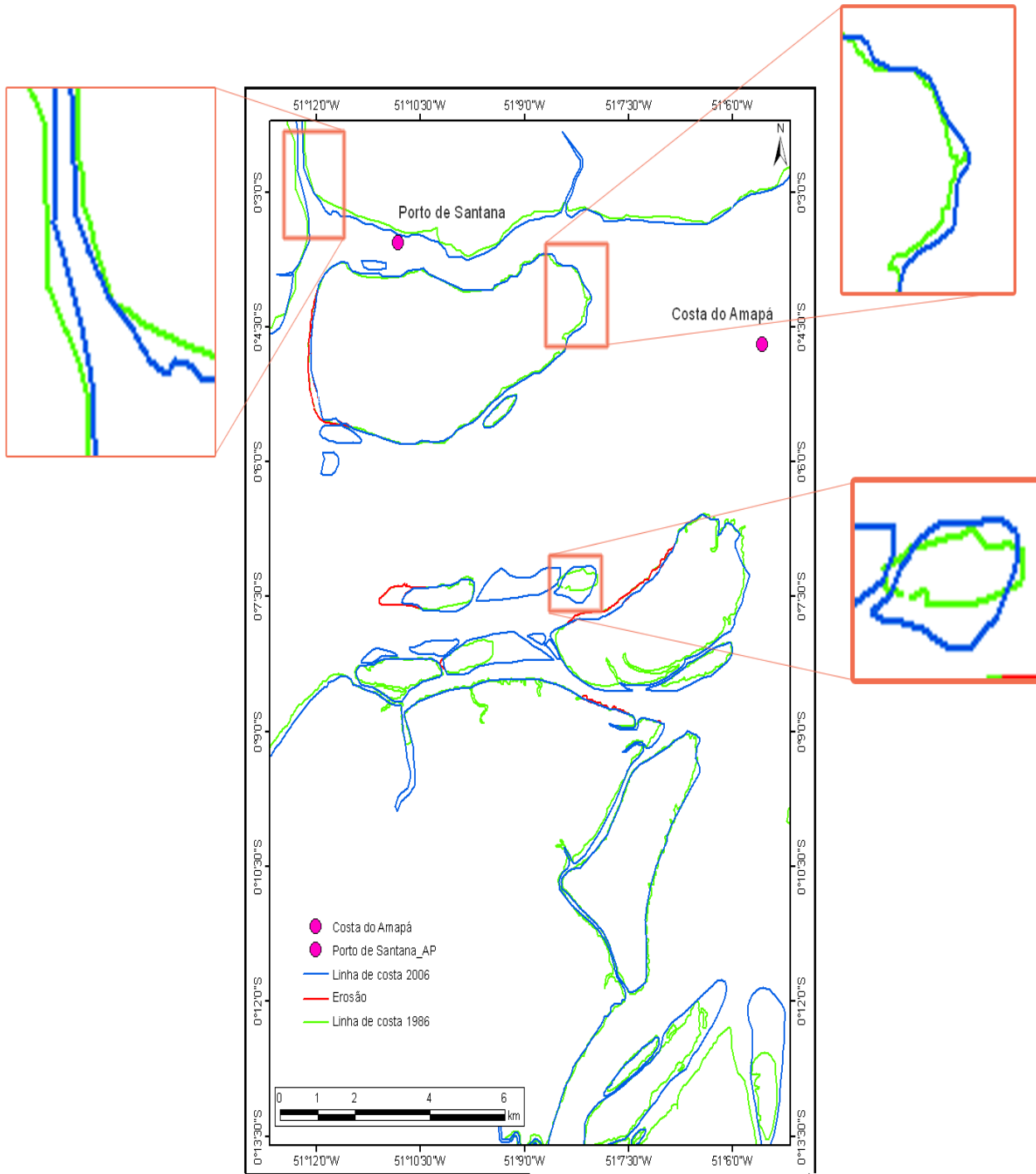


FIGURA 29: Demonstração das principais regiões modificadas, com destaque as áreas sedimentadas na região da Costa do Amapá.

APÊNDICE B

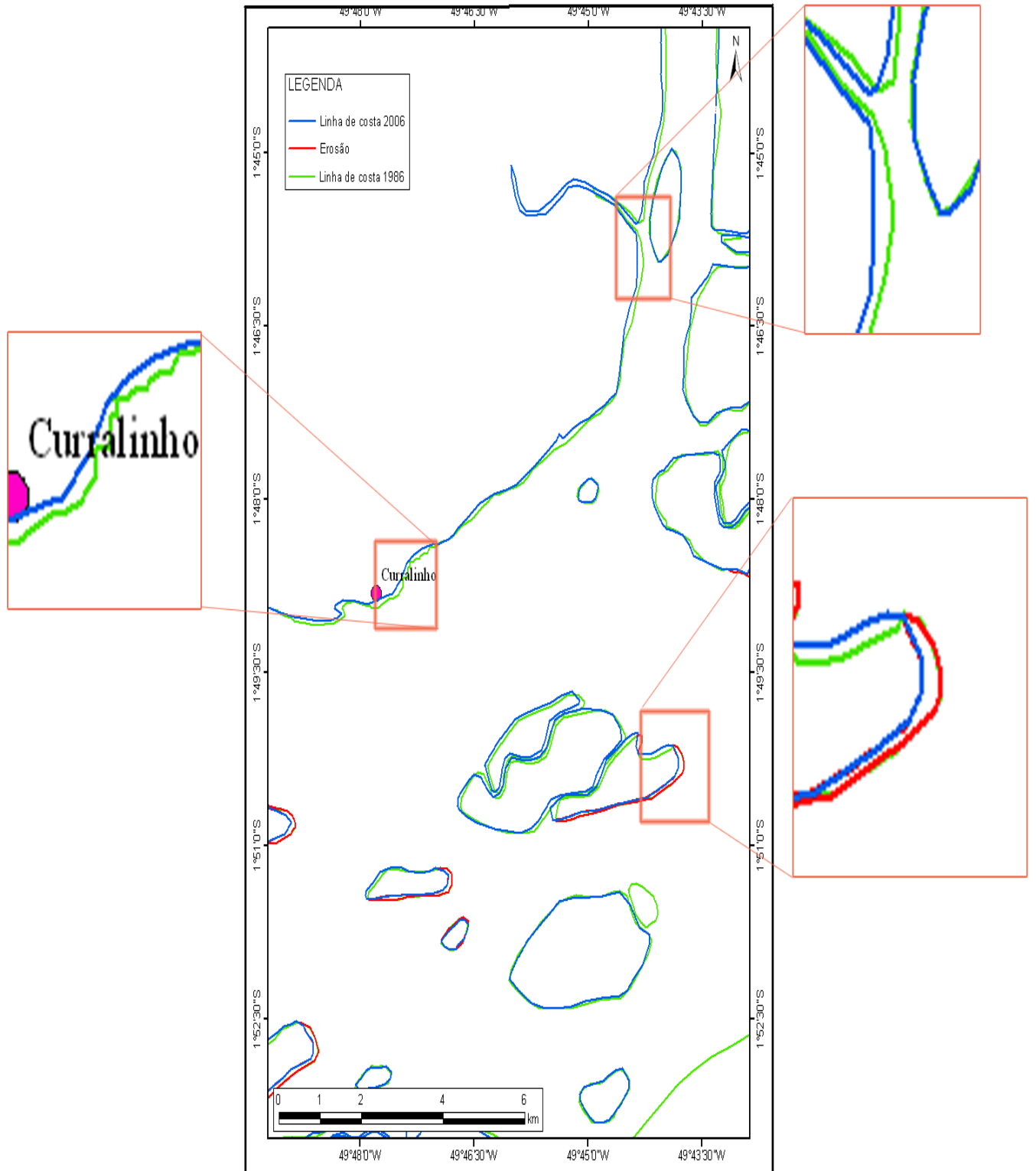


FIGURA 30: Demonstração das principais áreas com modificações morfológicas próximas de Curralinho-PA.

APÊNDICE C

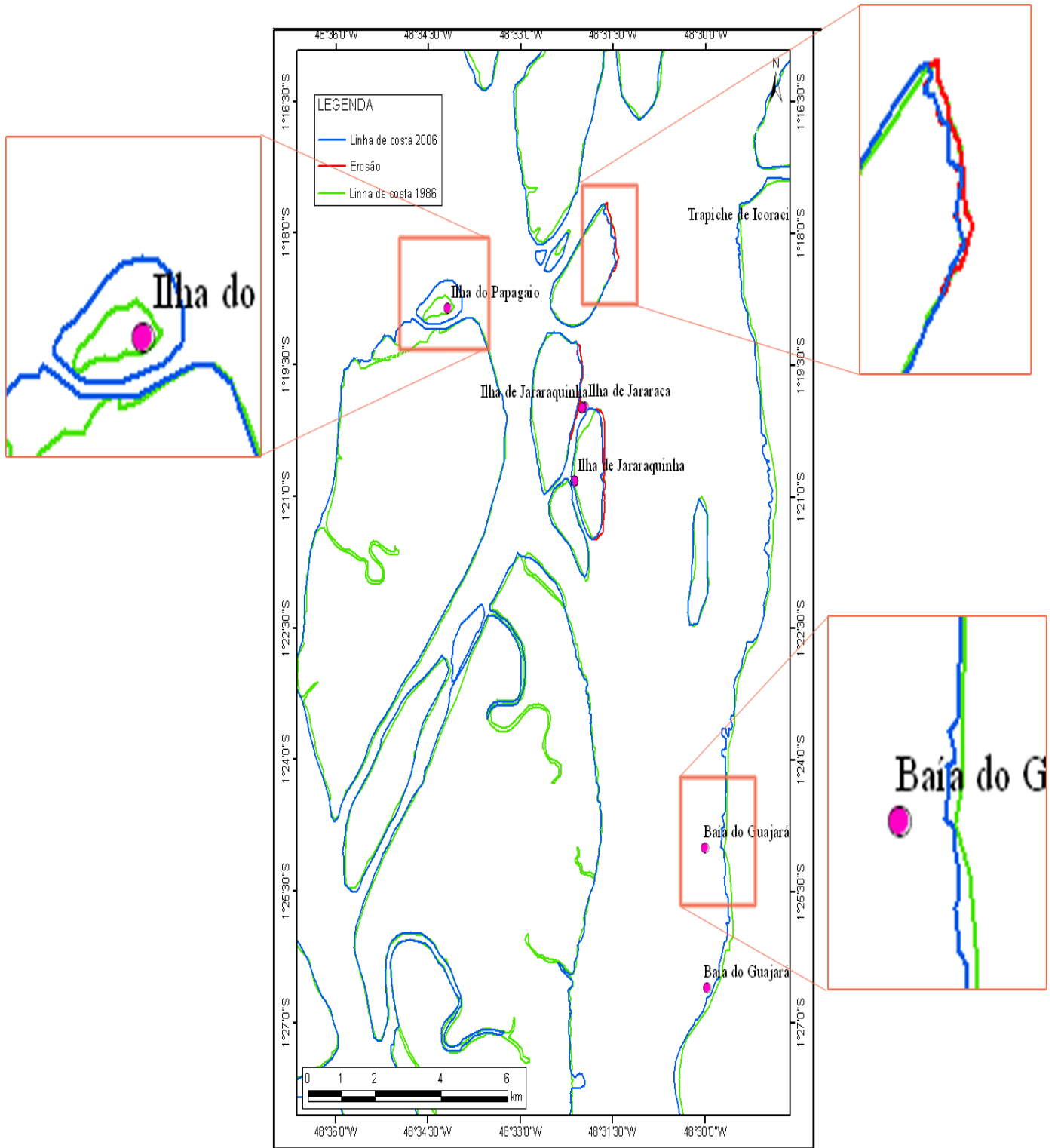


FIGURA 31: Demonstração das principais áreas sedimentadas ou erodidas ocorridas nas regiões próximas a Belém-PA.

APÊNDICE D

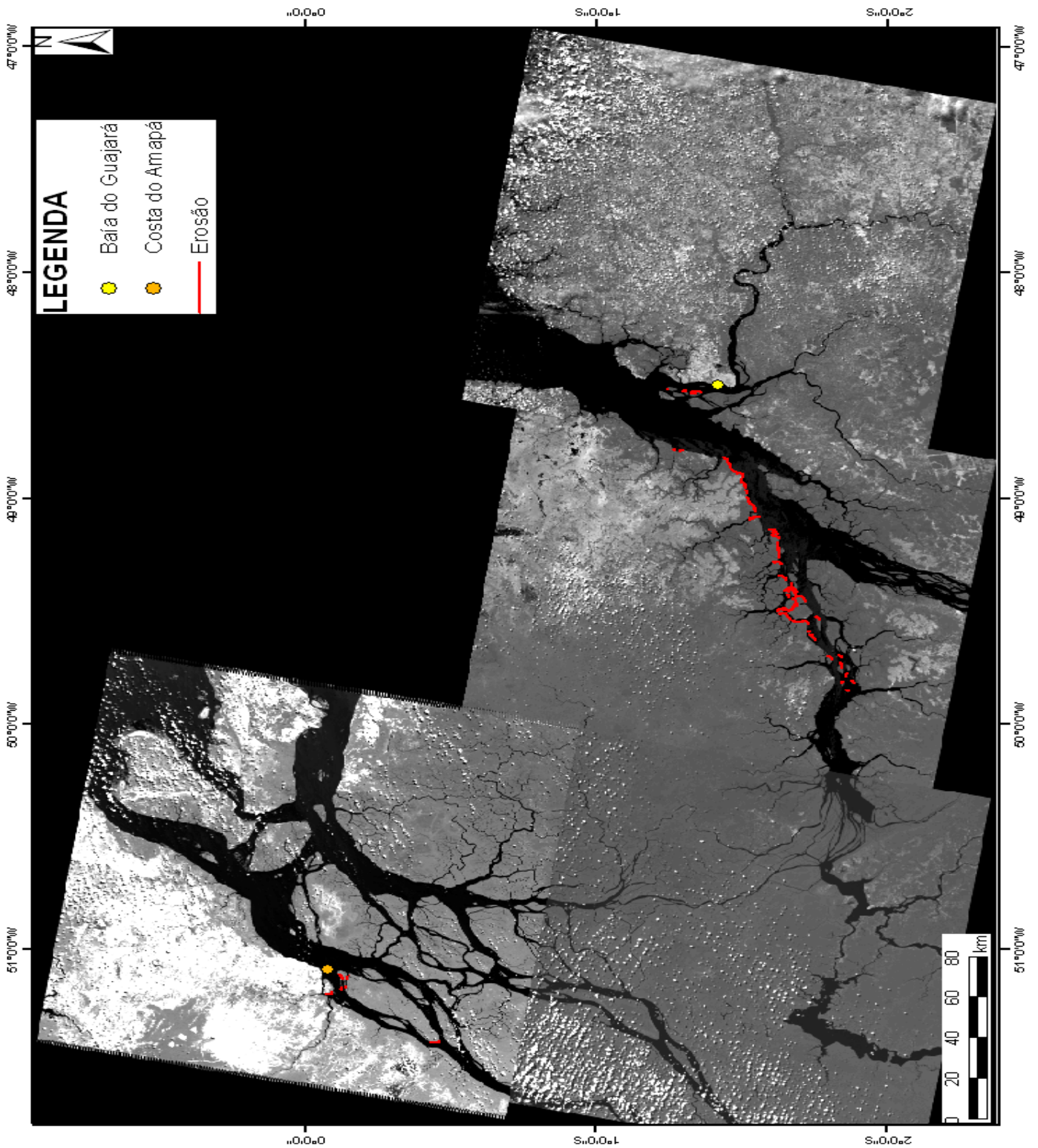


FIGURA 32: Destaque as principais áreas erodidas na abrangência da área em estudo.

