

## SUMÁRIO – 14.2.4 PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA INFRAESTRUTURA FLUVIAL

---

14.2.4. PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA INFRAESTRUTURA FLUVIAL..	14.2.4-1
14.2.4.1. INTRODUÇÃO .....	14.2.4-1
14.2.4.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS.....	14.2.4-4
14.2.4.2.1. COMUNICADO E INFORMATIVO AOS USUÁRIOS E OPERADORES DO SISTEMA DE TRANSPORTE FLUVIAL .....	14.2.4-4
14.2.4.2.2. PLANO DE AÇÃO PARA ATENDIMENTO DAS DEMANDAS DE NAVEGABILIDADE .....	14.2.4-5
14.2.4.2.3. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA E ALERTA DA UHE BELO MONTE E DO STE .....	14.2.4-17
14.2.4.2.4. ESTUDOS DE ONDAS GERADAS PELO VENTO NO RESERVATÓRIO DO XINGU.....	14.2.4-18
14.2.4.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS/METAS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO.....	14.2.4-48
14.2.4.4. ATIVIDADES PREVISTAS .....	14.2.4-50
14.2.4.5. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS .....	14.2.4-51
14.2.4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14.2.4-53
14.2.4.7. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO .....	14.2.4-54
14.2.4.8. ANEXOS .....	14.2.4-55

## 14. PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DA VOLTA GRANDE DO XINGU

### 14.2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE NAVEGABILIDADE E DAS CONDIÇÕES DE VIDA

#### 14.2.4. PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA INFRAESTRUTURA FLUVIAL

##### 14.2.4.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial (PBA 14.2.4) tem como objetivo principal o acompanhamento da evolução das obras da UHE Belo Monte para verificação das possíveis interferências que possam indicar a necessidade de recomposição da infraestrutura do transporte fluvial. Esta verificação ocorre nas rotas de navegação, nos acessos fluviais à cidade de Altamira ou aos imóveis rurais e/ou núcleos comunitários da região da Volta Grande do Xingu, ao longo do Reservatório do Xingu ou no Trecho de Vazão Reduzida (TVR).

O presente Projeto está inserido no Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e das Condições de Vida, sendo que o referido Programa objetiva o monitoramento e a compreensão do processo adaptativo do trecho do rio Xingu e de seus moradores à implantação e à operação da UHE Belo Monte, especialmente no TVR.

Os levantamentos de campo realizados evidenciaram a inexistência, quase que por completo, de suporte à navegação ao longo da região da Volta Grande do Xingu. Entretanto, verificou-se que as interferências relevantes na infraestrutura de navegação na região de influência do empreendimento, com a consequente formação do reservatório do Xingu, ocorreriam principalmente na cidade de Altamira, onde se situam os locais de embarque/desembarque e de todos os serviços de apoio ao transporte fluvial, tais como portos, empresas de transporte fluvial, estaleiros e o comércio de apoio aos usuários do sistema local.

Em função dessa situação, as estruturas de portos e estaleiros de Altamira, que foram afetadas pela formação do Reservatório do Xingu, foram objeto de planejamento da recomposição das atividades de apoio à navegação desenvolvido concomitante à fase de negociação para relocação da população e das atividades econômicas urbanas de Altamira diretamente atingidas. Este planejamento estabeleceu a necessidade de realização de atividades de integração e interface com o Projeto de Parques e Reurbanização da Orla (PBA 5.1.8), voltado ao desenvolvimento das propostas para reurbanização da orla da cidade. Nesse contexto, é no âmbito desse Projeto 5.1.8 que foram realizadas as atividades de recomposição das estruturas fluviais de Altamira afetadas pela formação do Reservatório do Xingu.

Além disso, a partir de implantação do Hidrograma Ecológico de Consenso, foram identificadas no bojo deste Projeto 14.2.4, ratificando as conclusões já obtidas à época do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que as dificuldades de navegação já existentes em alguns locais na região da Volta Grande, particularmente para o período seco, poderiam se prolongar.

No contexto desse tema, para avaliação da necessidade ou não de elaboração e implantação de medidas mitigadoras e corretivas para a manutenção da navegação do rio Xingu, durante todas as fases de construção e operação da UHE Belo Monte, foram realizados quatro levantamentos de campo para identificação dos locais críticos para navegação no âmbito do Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade das Seções do TVR (PBA 11.1.3), sendo que seus resultados foram integrados ao presente Projeto 14.2.4. Ressalta-se que, atualmente, esta atividade continua sendo realizada no contexto no PBA 11.1.3, sendo que, em caso de identificação de novos locais de alerta diagnosticados, principalmente no período de estiagem, os mesmos deverão ser inclusos no presente Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial.

Os levantamentos de campo mencionados acima proporcionaram a identificação dos pontos considerados com maior criticidade para a manutenção das condições de navegabilidade dos rios Xingu e Bacajá na região da Volta Grande, sendo que os mesmos confirmaram que os problemas naturais de navegabilidade de embarcações são verificados principalmente na época de seca, correspondente ao período entre os meses de agosto a novembro. Além disso, seus resultados demonstraram que os canais com dificuldades de navegação localizam-se à margem esquerda, além de alguns pequenos canais de ligação entre as margens esquerda e direita. Cabe destacar que, pela margem direita, o canal é sempre mais profundo e tem condições de navegação ao longo de todo o ano.

A partir da análise integrada dos resultados das campanhas de campo para identificação dos locais que apresentam condições críticas para a navegação, com os dados disponíveis e estudos da aplicação de modelagens matemáticas realizadas na época do EIA, foi desenvolvida uma nova modelagem matemática fluvial, sob diferentes condições de vazão, para simular com maior precisão as condições de navegação na região do TVR.

A modelagem matemática fluvial executada teve como objetivo principal a caracterização hidráulica e morfológica de cada seção crítica, para simular quais seriam as dificuldades de navegação em condições de vazões reduzidas, correspondentes ao cenário futuro mais crítico de vazão de 700 m<sup>3</sup>/s liberada para o TVR, conforme estabelecido no Hidrograma Ecológico de Consenso (Resolução ANA nº 48 /2011) para o mês de outubro.

Conforme já apontado nos relatórios consolidados anteriores, o produto final da modelagem identificou cinco pontos de atenção, listados a seguir e cuja localização pode ser visualizada na **Figura 14.2.4 - 1**:

- Percata (rio Bacajá);
- Landi (rio Xingu);
- Curupira (rio Xingu);
- Kaituká (rio Xingu); e
- Três Pancadas (rio Xingu).



**Figura 14.2.4 - 1 – Localização dos 5 pontos de atenção estudados pela modelagem matemática.**

Além dos cinco pontos de atenção avaliados, o modelo matemático gerado também possibilitou uma verificação em busca de outros locais com potencial para algum tipo de restrição à navegação ao longo do TVR. Essa verificação considerou as rotas de verão usualmente utilizadas, quando o trânsito de embarcações fica restrito a trajetos específicos nos períodos de seca. A identificação desses locais passíveis de restrição foi baseada em pontos onde o modelo indicou profundidades inferiores a 1,0 m.

Destaca-se ainda que os resultados obtidos foram empregados para subsidiar a definição e o detalhamento de medidas necessárias à manutenção da navegação das embarcações na região da Volta Grande durante todo o ano, sendo que os mesmos também subsidiaram a proposição inicial de medidas corretivas de engenharia na região da Percata, no rio Bacajá.

Além disso, a modelagem matemática também possibilitou um efetivo planejamento das ações estabelecidas para o Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade durante o Enchimento do Reservatório do Xingu, que foi devidamente executado durante um mês completo, a partir da data de início do enchimento do Reservatório do Xingu (período compreendido entre os dias 25/11 a 31/12/2015). Estas ações se caracterizaram por uma campanha de campo, quando foram monitorados os principais pontos de atenção mencionados acima com a execução de atividades de orientação e suporte à navegação das embarcações que trafegam no rio Xingu no TVR, objetivando a verificação de eventuais entraves à navegação na Volta Grande do Xingu.

Em função do sucesso alcançado pela campanha de campo durante o enchimento do Reservatório do Xingu e da necessidade de se avaliar as condições de navegabilidade contemplando o período de maior estiagem da região, referente aos meses de setembro e outubro, quando as vazões mínimas liberadas são de 750 e 700 m<sup>3</sup>/s, respectivamente (Hidrograma Ecológico de Consenso), foi estabelecida, no âmbito do Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade, a realização de mais uma campanha de campo similar a anterior, abrangendo o mesmo conceito metodológico e executivo. Esta campanha ocorreu no período compreendido entre os meses de setembro e outubro de 2016, sendo que seus resultados e dados são apresentados no âmbito do presente Relatório Consolidado (RC).

Adicionalmente, no presente RC são apresentados os resultados do estudo de ondas geradas pelo vento no Reservatório do Xingu, que também está relacionado ao componente navegabilidade e que teve como objetivo central verificar se a formação do reservatório, associada à supressão vegetal em ilhas e margens, acarretou na maior incidência de ondas que possam representar, de alguma maneira, entraves à navegação. É oportuno destacar que tem havido, na percepção dos proprietários de embarcações da Volta Grande do Xingu e de Altamira, uma maior incidência de ondas em pontos como o Largo do Arapujá e o Largo da Taboca.

Os resultados das atividades desenvolvidas ao longo do segundo semestre de 2016 são apresentados na íntegra no item 14.2.4.2, a seguir.

#### 14.2.4.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

##### 14.2.4.2.1. COMUNICADO E INFORMATIVO AOS USUÁRIOS E OPERADORES DO SISTEMA DE TRANSPORTE FLUVIAL

Em 30/08/2016 foram realizadas, no âmbito do Fórum de Acompanhamento Social da UHE Belo Monte (FASBM), a 14ª reunião da Comissão do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu e a 10ª reunião do Comitê Permanente de Acompanhamento do Sistema de Transposição de Embarcações (STE), quando foram discutidos temas relacionados ao monitoramento da navegabilidade e das condições

de escoamento da produção, a operação do STE, o monitoramento das condições de vida das populações da Volta Grande e o Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade, sendo este último executado nos meses de setembro e outubro de 2016.

Já no dia 01/12/2016, foram realizadas a 15ª reunião da Comissão do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu e a 11ª reunião do Comitê Permanente de Acompanhamento do STE, quando foram abordados os resultados do monitoramento do STE, do Plano de Ação de Apoio à Navegação e as atualizações referentes ao Plano de Comunicação para a Volta Grande do Xingu.

Ressalta-se que essas informações apresentadas no presente item também são reportadas no âmbito dos Projetos 14.2.1 e 14.2.3 deste RC.

#### 14.2.4.2.2. PLANO DE AÇÃO PARA ATENDIMENTO DAS DEMANDAS DE NAVEGABILIDADE

Informa-se que o Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade no ano de 2016 foi elaborado objetivando estabelecer os procedimentos de verificação provisória das condições de navegação e da adoção de medidas de garantia da mobilidade das embarcações no TVR do rio Xingu para o período de menores vazões (meses de setembro e outubro), a partir da adoção do Hidrograma Ecológico de Consenso após a emissão da Licença de Operação (LO) nº 1317/2015 da UHE Belo Monte. Além disso, tal atividade visa à caracterização e acompanhamento das condições da navegabilidade, que corresponde a uma das componentes do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu (PGIVGX), sendo um dos temas que pode acarretar algum impacto socioambiental em função de alterações no fluxo de água na região do TVR.

Especificamente, o referido Plano de Ação fundamenta-se na avaliação das condições de navegação das rotas principais de navegação existentes, atuando preventivamente nos cinco pontos de alerta (Kaituká, Três Pancadas, Landir e Curupira – rio Xingu - e Percata – rio Bacajá) identificados previamente em levantamentos de campo e pela modelagem matemática mencionados no item 14.2.4.1 do presente relatório, além de aplicar procedimentos de orientação, suporte e sinalização para as embarcações que por ali trafegam (necessidade e identificação de riscos à navegação).

Em função dessas premissas, estabeleceu-se a execução da segunda campanha de monitoramento e verificação das condições de navegação dos pontos de alerta determinados e localizados na região da Volta Grande, mais especificamente no TVR, no período de menores vazões, compreendido entre os meses de setembro e outubro de 2016, quando o Hidrograma de Consenso estabelece os valores de vazão de 750 e 700 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

Reitera-se ainda que essa segunda campanha foi estabelecida, em função da primeira ter ocorrido durante o primeiro mês de enchimento dos reservatórios, correspondendo ao final do mês de novembro de 2015 e todo o mês de dezembro de 2015, quando as

vazões do Hidrograma corresponderam ao mínimo de 800 e 900 m<sup>3</sup>/s respectivamente, valores estes maiores do que aqueles previstos para o período de maior estiagem (mais crítico) da região em questão. Além disso, os resultados extremamente positivos observados na primeira campanha, com alto índice de aprovação dos usuários das embarcações contempladas nas atividades de campo, também contribuiu para a execução da referida segunda campanha.

As atividades inerentes a essa segunda campanha foram iniciadas em campo no dia 06/09/2016 e foram finalizadas em 05/11/2016. O Plano de Ação teve início com a realização de um levantamento de campo prévio para avaliação das profundidades ao longo das principais rotas de navegação existentes. Tal atividade não identificou novos pontos de restrições à navegação que pudessem ser incorporadas aos cinco pontos de atenção previamente definidos, tanto nos serviços de modelagem matemática, quanto na primeira campanha executada em 2015, apesar das diferenças nas vazões defluentes à Volta Grande do Xingu nos dois períodos de monitoramento.

As atividades previamente delineadas para a execução do presente Plano de Ação foram realizadas a contento. Entretanto, durante os dias 19 e 23/09/2016, as atividades foram suspensas temporariamente em função de tratativas de negociação junto aos indígenas da Aldeia Muratu, situada à margem esquerda do rio Xingu, nas proximidades dos referidos pontos de alerta Curupira e Três Pancadas, que solicitavam a inserção de uma nova base de apoio na localidade Limão, ponto de difícil navegação utilizado como rota de pescaria pelos indígenas.

Destaca-se que a referida região conhecida como Limão já corresponde a um dos pontos monitorados durante os levantamentos dos trechos críticos à navegação contemplados no Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em seções do TVR (PBA 11.1.3). Portanto, já é uma região que vem sendo monitorada e avaliada no que tange às condições de navegabilidade.

Por meio da intermediação da Superintendência de Assuntos Indígenas (SAI) da Norte Energia, chegou-se a um consenso acerca do novo ponto de apoio, tendo o mesmo sido implementado. Após sua implantação, as atividades foram retomadas em todos os pontos de apoio no dia 29/09/2016.

A área de abrangência do referido Plano de Ação compreende o trecho do rio Xingu a jusante da Barragem Principal do Pimental até a região do Jericoá, englobando ainda o trecho do rio Bacajá que vai da sua foz até a região do Percata, sendo este último um dos pontos de atenção definidos para manutenção das condições de navegabilidade.

A execução do Plano de Ação no período de seca do ano de 2016 (meses de setembro e outubro) assenta-se também nas percepções e resultados da execução do mesmo durante o período de enchimento do Reservatório do Xingu, no final de 2015. Assim, a distribuição e os quantitativos das equipes em campo, bem como a forma de atuação e de abordagem aos navegantes foram ajustados à luz das experiências anteriores. As equipes de apoio terrestre alocadas na margem esquerda, próxima à

comunidade Jericoá, e na margem direita, na Estação Mangueiras, próxima à barragem de Pimental, foram suprimidas. Adicionalmente, trabalhou-se com uma equipe fluvial móvel, em contraponto às duas equipes que atuaram em 2015. A partir das experiências anteriores, a abordagem aos pilotos de embarcações foi dividida em dois tipos: orientação e apoio ao usuário. As orientações consistiram em esclarecimentos de dúvidas e resposta a questionamentos apresentados pelos usuários. Os apoios, por sua vez, consistiram em ações de auxílio à transposição dos trechos de atenção e demais ações que demandam intervenção direta das equipes de apoio.

Além disso, conforme mencionado anteriormente, uma base de apoio adicional foi inserida na região do Limão para atendimento de solicitações dos indígenas da Aldeia Muratu.

#### **14.2.4.2.2.1 Descrição das Atividades do Plano de Ação**

As principais atividades que foram executadas no âmbito do referido Plano de Ação são listadas a seguir:

- Análise detalhada dos resultados obtidos durante a execução da campanha executada em 2015 do Plano de Ação para composição das equipes e definição da distribuição espacial na área de abrangência da atividade;
- Monitoramento prévio *in loco* de profundidades ao longo das principais rotas de navegação existentes (período de estiagem), verificando possíveis restrições de navegação não indicadas nas modelagens matemáticas e não percebidas nas atividades realizadas em 2015;
- Apoio e orientação para as embarcações vencerem as corredeiras em pontos com baixa profundidade, principalmente nos cinco pontos de atenção definidos em estudos anteriores e, adicionalmente, na região conhecida como Limão; e
- Na região da Percata – rio Bacajá -, implementação de um sistema de transposição de apoio provisório para a passagem das embarcações pelo canal de maior criticidade.

Para execução das atividades caracterizadas acima, foram implantadas infraestrutura e logística específicas para o pleno atendimento dos objetivos estabelecidos pelo Plano de Ação. Essa infraestrutura é caracterizada a seguir:

- **Montagem de bases de apoio provisório fluvial e terrestre:**

a) **Equipe Terrestre:** Uma equipe de campo na localidade Ressaca contendo um veículo e dois colaboradores para situações emergenciais e para orientação e apoio dos navegantes.

b) **Equipes Fluviais:** cinco equipes de campo abrangendo os seguintes pontos de atenção:

- Kaituká;
- Landir;
- Três Pancadas e Curupira;
- Limão; e
- Percata, este no rio Bacajá.

Cada base fluvial estava equipada com um barco de apoio tipo voadeira, tendas, suprimentos, *kit* de primeiros socorros, sistema de comunicação, gerador de energia, iluminação, materiais para sinalização, puxadores, cabos, cordas e proteções para serem utilizados em casos emergenciais de maior dificuldade de transposição de embarcações e equipe composta por três colaboradores, sendo um piloto e dois auxiliares.

- **Mobilização de uma equipe móvel de monitoramento das principais rotas de navegação:**

Essa equipe móvel foi responsável por verificar diariamente a acessibilidade das principais rotas de navegação entre a barragem de Pimental e a região do Jericoá, e identificar embarcações que necessitassem de apoio ou orientação. A equipe móvel era formada, também, por três colaboradores. Em casos de necessidade de apoio a essas embarcações, a equipe estava preparada e equipada para tal finalidade.

As principais ações do Plano de Ação caracterizadas acima foram iniciadas no dia 05/09/2016, com as primeiras ações de reconhecimento em campo para verificação das profundidades nos locais de monitoramento e treinamento das equipes de campo.

As bases de apoio fluvial e terrestre foram instaladas no dia 06/09/2016 para o monitoramento das rotas e possibilitar, quando necessário, a continuidade da navegabilidade. Conforme mencionado anteriormente, a base do apoio fluvial do Limão foi instalada no dia 29/09/2016, após solicitação realizada pelas lideranças indígenas da Aldeia Muratu.

Todas as equipes foram treinadas para eventuais ações de orientação e reboque das embarcações que apresentassem dificuldades na transposição dos trechos monitorados.

A **Figura 14.2.4 - 2** apresenta o mapa da região do TVR, onde se pode visualizar a localização estabelecida para cada uma das equipes de campo em atuação, incluindo a equipe de apoio fluvial do Limão.

No caso especial da região da Percata, no rio Bacajá, local historicamente conhecido por ser de difícil navegabilidade na época de seca, a exemplo das ações realizadas durante a primeira campanha do Plano de Ação (durante o enchimento dos reservatórios), foi instalado sistema específico para auxiliar a passagem das embarcações que ali trafegam. A **Figura 14.2.4 - 3** apresenta o croqui conceitual e a instalação do mecanismo de implantação desse sistema de transposição provisório implantado na região da Percata durante os meses de setembro e outubro de 2016.

Adicionalmente, informa-se que todas as equipes de campo foram equipadas com sistema de comunicação composto por rádios comunicadores com alta frequência para uso ao longo de toda a área de atuação, para troca de informações.

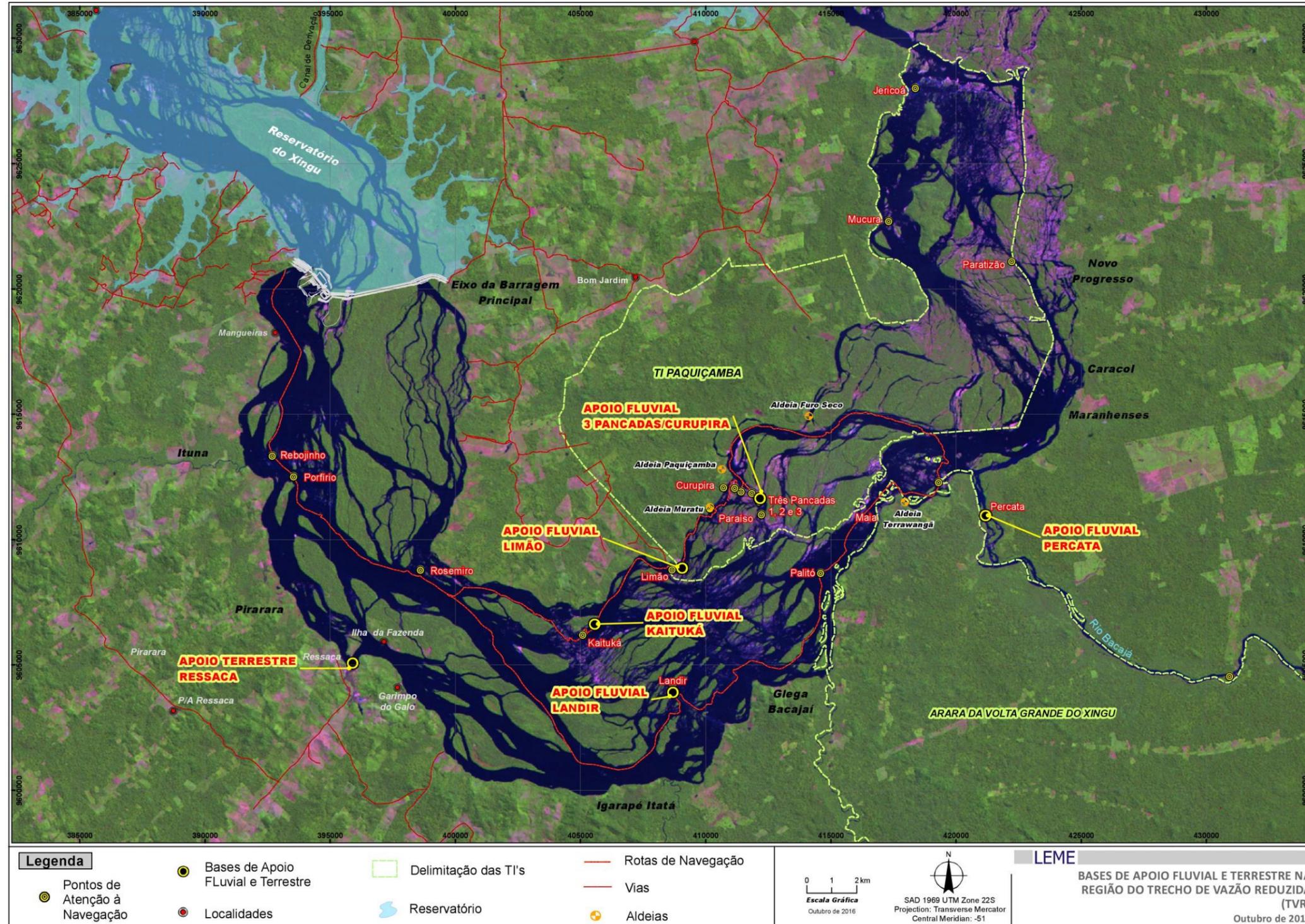
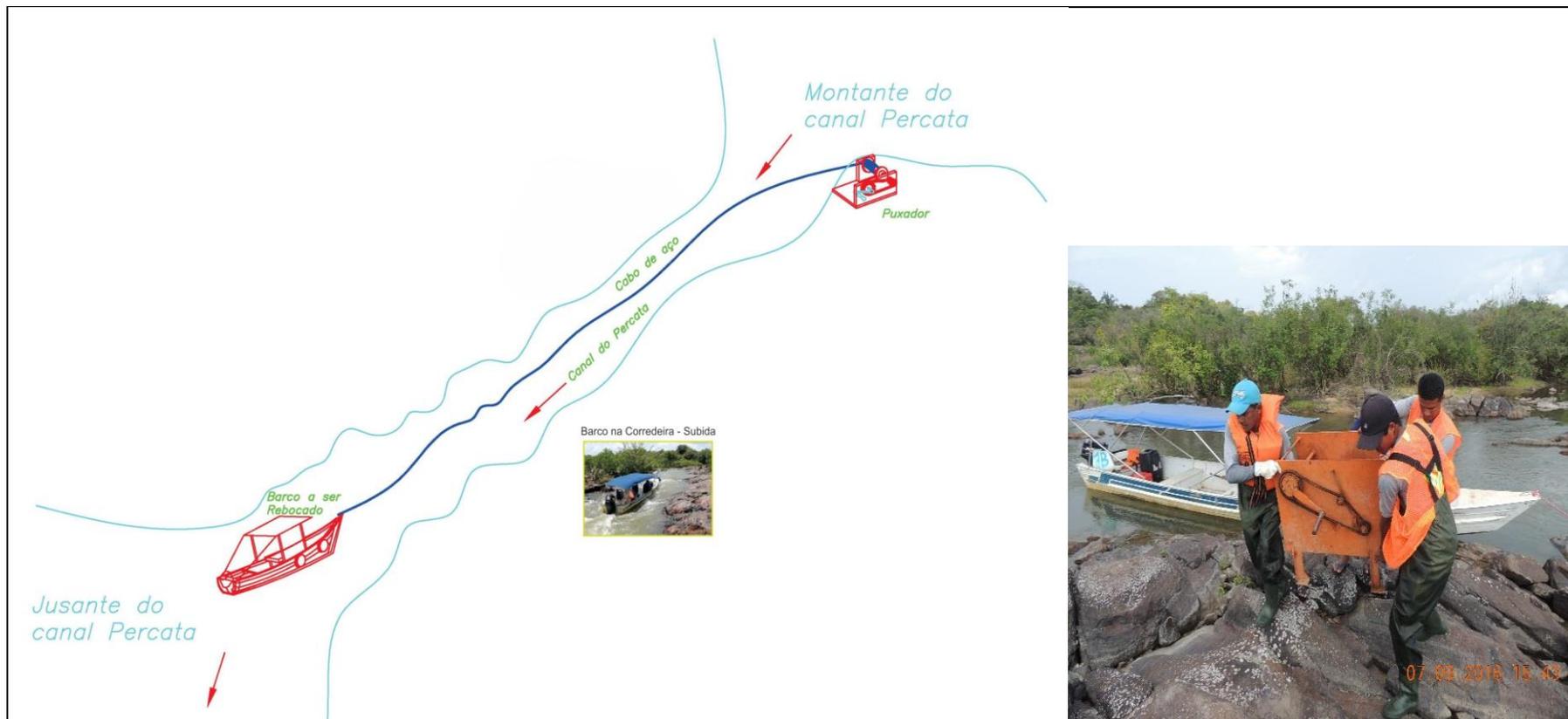


Figura 14.2.4 - 2 – Posição das equipes de apoio terrestre e fluvial durante a execução do Plano de Ação e localização das principais rotas de navegação e dos pontos de atenção no TVR.



**Figura 14.2.4 - 3 – Croqui conceitual e instalação do sistema de transposição provisório implantado na região da Percata, rio Bacajá.**

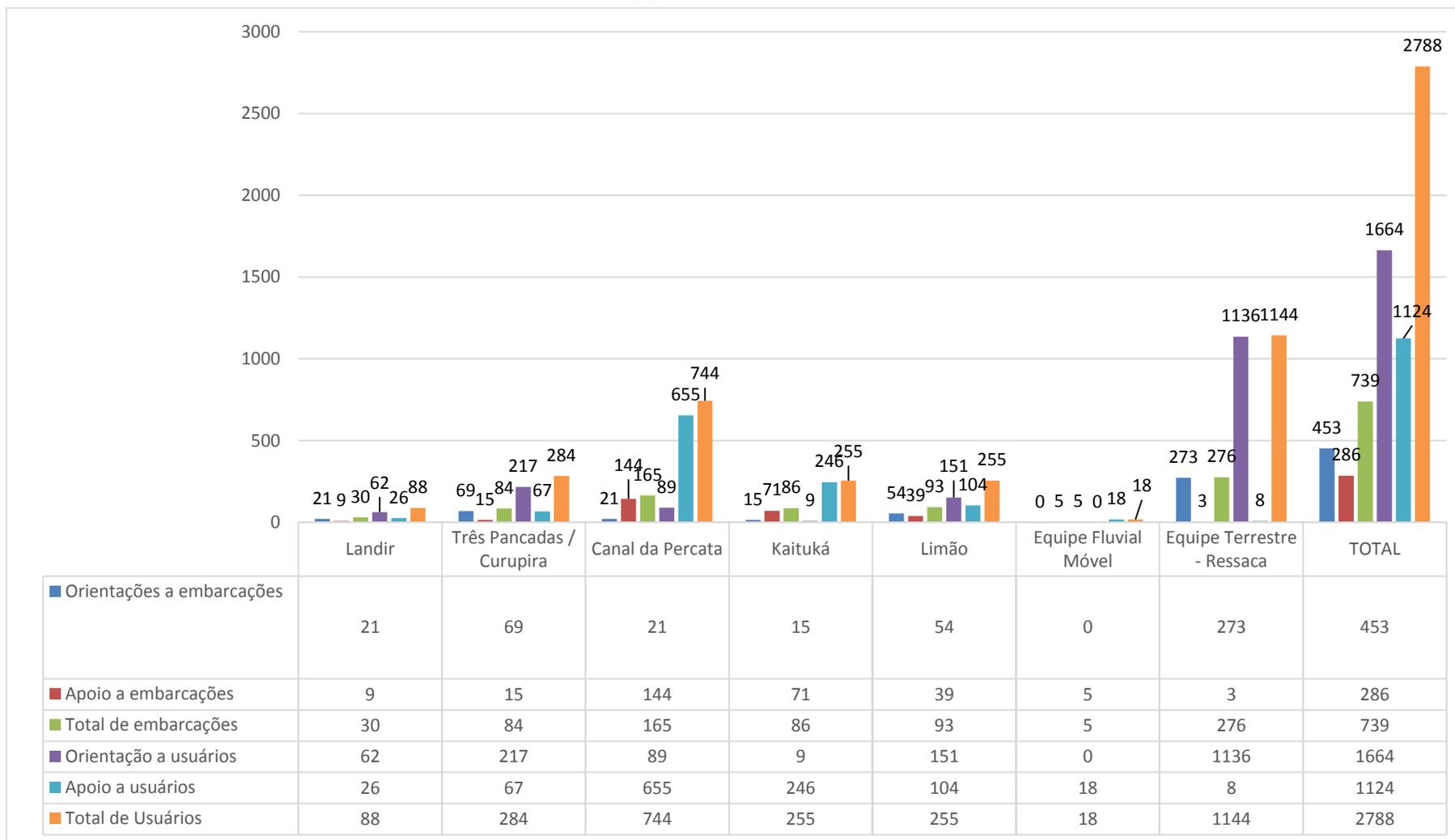
#### 14.2.4.2.2 Resultados e Avaliação

Durante o primeiro mês de execução do Plano de Ação, compreendido entre os dias 06/09/2016 e 05/10/2016, foram realizadas 1.244 abordagens, divididas em orientação e apoio efetivo. Já durante o segundo mês de execução, compreendido entre os dias 06/10/2016 e 06/11/2016, foram realizadas mais 1.544 abordagens, totalizando 2.788 pessoas orientadas ou apoiadas durante todo o período de execução do referido Plano de Ação.

Conforme antes aqui abordado, a orientação é definida por ser uma abordagem preventiva, informando sobre os riscos associados ao ponto específico e a disponibilidade, caso necessário, do apoio para transposição. Já o apoio se caracteriza pela ação efetiva da equipe, auxiliando na transposição de um dos pontos críticos e/ou em outras solicitações requeridas pelos moradores.

Ressalta-se que o maior número de apoio aos usuários foi realizado na região da corredeira Percata, no rio Bacajá, e no ponto de alerta Kaituká. A equipe de apoio fluvial do Limão, instalada no dia 29/09/2016, realizou 104 apoios a usuários, indicando que o ponto é utilizado com frequência pelos indígenas para a realização de pescarias. Aproximadamente 68% das ações de orientação aos usuários foi realizada na Ressaca, local de maior fluxo de embarcações, por se configurar como um importante entreposto comercial e de acesso a serviços de educação e saúde na região. As bases instaladas em Três Pancadas/Curupira e Limão também se destacaram em relação ao número de orientações prestadas.

Já o ponto de alerta Landir foi o local que apresentou o menor volume de atividades de apoio e orientação realizados durante o período de desenvolvimento do Plano de Ação, com um total de 88 (oitenta e oito) usuários atendidos, o que corresponde a 3,2% do total geral de usuários atendidos. A **Figura 14.2.4 – 4**, a seguir, apresenta uma síntese de todas as ações executadas no Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade.



**Figura 14.2.4 - 4 – Síntese das atividades de orientação e apoio realizadas no período de execução do Plano de Ação, no ano de 2016 (meses de setembro e outubro).**

O **Quadro 14.2.4 - 1** a seguir apresenta o número de atendimentos e apoios médio por dia para cada ponto de atendimento.

Apesar de realizar poucas ações de apoio, a equipe fluvial móvel teve importância estratégica ao bom andamento das atividades, uma vez que permitiu identificar a necessidade de apoio e orientação aos navegantes fora dos pontos fixos de monitoramento, além de se configurar como uma embarcação adicional para atendimento a situações excepcionais ou de emergência.

Conforme antes exposto, a base do Landir caracteriza-se por ser a que apresentou menor demanda no número de ações por parte dos colaboradores, com foco principal em ações de orientação. Situada na margem direita do rio Xingu, o Landir apresenta-se como primeiro ponto de atenção para as embarcações que partem de Altamira, Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo, e navegam para jusante, na Volta Grande do Xingu.

As bases situadas nos pontos Três Pancadas / Curupira e Limão também se destacam como pontos onde foram realizadas mais ações de orientação do que de apoio, apesar do número relativamente alto de apoios realizado no Limão (2,7 usuários por dia).

Ao se analisar o número médio de atendimentos por dia, nota-se que a base de apoio do Limão foi a terceira que mais realizou ações de apoio ao usuário e a segunda em relação ao número de apoios prestados a embarcações. Ressalta-se que este número relevante de ações de apoio e orientação na região do Limão se deve ao fato de a mesma ser uma região muito utilizada pelos indígenas da Aldeia Muratu para realização de atividades de pesca, não se caracterizando como uma rota de navegação principal que implicaria em alteração nas condições de navegabilidade no TVR como um todo. Portanto, informa-se que a sua inserção no Plano de Ação se deu mais em função da necessidade de atendimento pontual a uma solicitação dos indígenas, do que propriamente devido ao resultado do monitoramento das condições de navegabilidade da região em questão.

As bases instaladas nos pontos Canal da Percata, no rio Bacajá e Kaituká, no rio Xingu, destacam-se por serem as que mais fizeram ações de apoio aos usuários, com média de atendimento de 10,7 e quatro usuários por dia, respectivamente. É também oportuno destacar que o referido canal da Percata se configura como rota escolar de uso diário para crianças residentes ao longo do rio Bacajá.

Ressalta-se que o sistema de transposição implantado no Canal da Percata tem se mostrado bastante eficiente nas atividades de apoio, atendendo plenamente às embarcações e usuários que trafegam naquela região. Este fato tem feito a equipe técnica da Norte Energia avaliar a continuidade da implantação do referido sistema de transposição nos próximos anos, especificamente no período de estiagem da região (meses de setembro e outubro). Tal ação evitaria a necessidade de intervenções mais impactantes e complexas, como a implantação das medidas de engenharia que estão sendo analisadas para a referida região e que mudariam as condições naturais do Canal da Percata.

**Quadro 14.2.4 - 1 – Número de atendimentos e apoios médio por dia para cada ponto de atendimento.**

<b>AÇÕES</b>	<b>LANDIR</b>	<b>TRÊS PANCADAS / CURUPIRA</b>	<b>CANAL DA PERCATA</b>	<b>KAITUKÁ</b>	<b>LIMÃO</b>	<b>EQUIPE FLUVIAL MÓVEL</b>	<b>EQUIPE TERRESTRE – RESSACA</b>
Orientações a embarcações	0,3	1,1	0,3	0,2	1,4	0,0	4,5
Apoio a embarcações	0,1	0,2	2,4	1,2	1,0	0,1	0,0
<b>Total de embarcações</b>	<b>0,5</b>	<b>1,4</b>	<b>2,7</b>	<b>1,4</b>	<b>2,4</b>	<b>0,1</b>	<b>4,5</b>
Orientação a usuários	1,0	3,6	1,5	0,1	4,0	0,0	18,6
Apoio a usuários	0,4	1,1	10,7	4,0	2,7	0,3	0,1
<b>Total de Usuários</b>	<b>1,4</b>	<b>4,7</b>	<b>12,2</b>	<b>4,2</b>	<b>6,7</b>	<b>0,3</b>	<b>18,8</b>

#### 14.2.4.2.2.3 Consolidação dos Resultados do Plano de Ação

As atividades realizadas mostraram-se satisfatórias para atender às demandas de navegabilidade nos pontos de atenção nas rotas de navegação durante os meses de setembro e outubro de 2016 e apoiar os usuários e as embarcações que navegam ao longo da Volta Grande do Xingu. A inclusão de uma base de apoio à navegação na localidade Limão, com a participação dos próprios indígenas da Aldeia Muratu nas atividades de apoio e orientação realizadas, possibilitou ampliar o atendimento a uma região bastante utilizada pelos próprios indígenas, conforme mencionado anteriormente, para a realização de atividades de pesca.

Adicionalmente, ressalta-se que a primeira campanha foi executada nos meses de novembro e dezembro de 2015, quando as vazões liberadas instituídas no Hidrograma de Consenso são de 800 e 900 m<sup>3</sup>/s, o que não caracteriza o período de estiagem mais acentuado da região. Já a segunda campanha foi realizada durante os meses de setembro e outubro de 2016, justamente para contemplar o período de estiagem extrema da região, onde as vazões mínimas liberadas estipuladas pelo Hidrograma de Consenso são de 750 e 700 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Portanto, a execução desta segunda campanha foi fundamental para o acompanhamento das condições de navegabilidade na região do TVR, no período mais acentuado de estiagem (meses de setembro e outubro), para uma acurada caracterização do componente navegabilidade.

Apesar dessa diferença nas vazões liberadas nos dois períodos distintos de execução das campanhas do Plano de Ação, verificou-se, em ambas, que o Canal da Percata, no rio Bacajá, se configura como o ponto de maior atenção à navegação e que demanda maior número de apoio aos usuários, seguido da corredeira Kaituká.

Além disso, é importante se destacar que a execução do Plano de Ação para o Atendimento das Demandas de Navegabilidade em 2015 (primeira campanha), durante o enchimento do reservatório do Xingu, atendeu a 3.207 usuários em um período de 36 (trinta e seis) dias de execução, número superior ao atendido durante as ações realizadas em 2016 (segunda campanha), que teve um total de 2.788 usuários em um período de 61 (sessenta e um) dias.

Estes quantitativos podem estar associados ao fato que, em 2015, as atividades do Plano de Ação terem sido iniciadas no final de novembro e se estenderam até 30/12/15, período caracterizado pelo início das férias escolares e pela grande mobilidade de pessoas para visitas a parentes e realização de compras e confraternizações relacionadas às festas de final de ano. Além disso, outro fator importante que deve ser considerado nesta análise quantitativa pode estar relacionado ao uso mais frequente das vias terrestres durante o período de estiagem (meses de setembro e outubro), em função da dificuldade de navegação natural que já é de conhecimento geral das comunidades ribeirinhas e indígenas. Lembrando que durante

a fase de construção do empreendimento foram realizadas pela Norte Energia diversas melhorias nas condições das vias terrestres na região do TVR.

Em função dos resultados obtidos, está programada a execução de uma terceira campanha do Plano de Ação de Navegabilidade para o ano de 2017, também nos meses de setembro e outubro, já incluindo a região do Limão como um novo ponto de alerta a ser monitorado, em atendimento a uma solicitação feita pelos indígenas, junto aos outros cinco já consolidados. Além disso, esta terceira campanha propiciará análises comparativas mais precisas das ações desenvolvidas no Plano de Ação implementado no período de menor vazão defluente a Volta Grande estabelecida no Hidrograma de Consenso, correspondente aos meses de setembro e outubro de cada ano, após o início de operação da UHE Belo Monte.

No contexto deste tema específico, vale destacar, conforme já mencionado acima, que a eficiência e o pleno atendimento das atividades de apoio realizadas nas duas campanhas executadas na região do Canal da Percata têm evidenciado para a Norte Energia a possibilidade de manutenção e continuidade de implantação do sistema de transposição provisório nos próximos anos, em substituição à necessidade de implantação de intervenções de engenharia no referido local, conforme caracterizada em Relatórios Consolidados anteriores. Tal ação implicaria certamente em menores impactos ambientais na referida região, evitando a necessidade de intervenções de engenharia que mudariam a conformação natural do rio Bacajá, mais especificamente no Canal da Percata.

#### 14.2.4.2.3. SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA E ALERTA DA UHE BELO MONTE E DO STE

Durante o segundo semestre de 2016, tiveram continuidade as vistorias de campo nos percursos fluviais próximos ao Sítio Pimental para constatação das possíveis interferências e das condições de uso das boias de sinalização instaladas no entorno do STE. As referidas boias constituem a sinalização náutica instalada na região, que orienta as embarcações a navegarem nos trechos fluviais do rio Xingu que dão acesso ao STE. Além disso, para os estudos de ondas geradas pelo vento no Reservatório do Xingu foi realizada uma verificação expedita da sinalização flutuante instalada no próprio reservatório que está devidamente caracterizada no item 14.2.4.2.3.2 do presente Relatório Consolidado.

Como já informado, o balizamento definitivo do Canal do rio Xingu entre o Município de Altamira e a Barragem Principal Pimental da UHE Belo Monte foi implantado e concluído em junho de 2016. Com relação a este projeto de sinalização, informa-se que o mesmo foi encaminhado para avaliação e aprovação da Capitania dos Portos, sendo que a Norte Energia aguarda vistoria do referido órgão para sua aprovação final. Ressalta-se que, dependendo do parecer técnico da Capitania dos Portos, possíveis adequações na sinalização já implantada poderão ser realizadas, inclusive levando-se em consideração o estudo das ondas geradas pelo vento abordado no item

14.2.4.2.4 do presente RC, que propõe uma sinalização/balizamento complementar da rota utilizada em situações críticas de banzeiro, que deverá ser consolidada com a própria Capitania dos Portos.

Por fim, vale destacar, que está em implantação à instalação da sinalização fluvial nas proximidades do Vertedouro - montante e jusante - na usina de Pimental, na entrada e final do Canal de Derivação, e a montante (Tomada de Água) e jusante (Canal de Fuga) na usina de Belo Monte, cujas evidências serão reportadas no próximo relatório.

#### 14.2.4.2.4. ESTUDOS DE ONDAS GERADAS PELO VENTO NO RESERVATÓRIO DO XINGU

A ação do vento em grandes espelhos de água tem sido amplamente estudada, sendo em grande parte um assunto equacionado em domínios abertos, como nos oceanos. Contudo, os mecanismos de transferência de *momentum* (energia) do vento em espelhos de água restritos, como lagos naturais e artificiais, ou seja, os mecanismos de formação de ondas devido à ação do vento, requerem cuidados técnico-científicos no seu tratamento.

O aumento significativo da frequência e intensidade dos ventos ao longo do tempo é comum em reservatórios associados a barragens, devido ao crescimento substancial da área superficial com o aumento da cota do nível de água. Nestes casos, o aumento da frequência e tamanho das ondas geradas pelos ventos pode trazer riscos elevados, principalmente para as embarcações de menor porte, tornando-se fundamental conhecer este fenômeno para evitar acidentes.

Dessa forma, o estudo da ação de ondas produzidas por ventos nos espelhos de água de reservatórios e suas decorrências, seja sobre as margens ou sobre o tráfego de pessoas, bens e mercadorias (navegação) não foge à regra, devendo, portanto, ser amplamente mapeado e monitorado.

No caso específico do Reservatório do Xingu, é sabido que houve um aumento da área inundada do rio Xingu após a construção da Barragem do Sítio Pimental, principalmente pela remoção de ilhas. Portanto, esse estudo tem como objetivos:

- Avaliar o comportamento do vento e os seus efeitos na geração de ondas no Reservatório do Xingu da UHE Belo Monte, principalmente nas áreas onde houve aumento na área superficial após a construção da Barragem Principal;
- Verificar se essas áreas específicas coincidem com aquelas consideradas como críticas pelos navegantes locais; e
- Apresentar proposições para se garantir a segurança da navegação local.

#### 14.2.4.2.3.1 Fundamentação Teórica

##### Ventos

O princípio básico desse estudo é a geração de ondas pela ação do vento. O vento é formado pela movimentação de massas de ar, devido às diferenças de pressão atmosférica ao longo do planeta Terra. Os diferentes tipos de relevo, a rugosidade da superfície por onde deslocam-se as massas de ar, e o gradiente de temperatura entre a água e o ar influenciam esse deslocamento. As ondas geradas pelo vento, por sua vez, crescem como resultado do fluxo de momento e energia das massas de ar para o campo de ondas (CERC 1983).

Para a situação específica do Reservatório do Xingu da UHE Belo Monte, a elevação da cota do nível de água e a inundação de diversas ilhas resultou em um aumento expressivo na área superficial do corpo hídrico, ou seja, aumento na região suscetível à ação dos ventos, o que pode ocasionar a geração de ondas maiores, em algumas localidades, e trazendo riscos para os usuários locais.

Os dados de vento utilizados na previsão das alturas significativas das ondas são, normalmente, obtidos a partir de medições realizadas ao longo das pistas de vento (*fetch*), ou seja, estações para coleta de informações posicionadas sobre a água, ou pela coleta de dados em terra, sendo necessário se realizar a projeção dos mesmos para as pistas de vento.

Os dados utilizados nesse estudo foram coletados em terra, a partir de estações de coleta de dados hidrometeorológicas localizadas nas proximidades do Reservatório do Xingu, ou seja, as mesmas estações instaladas para o Programa de Monitoramento do Microclima Local (PBA 11.5).

Os dados de velocidade (U) e da direção dos ventos foram registrados pelos sensores a cada hora e compreenderam os seguintes períodos:

- Estação Pimental - de 10/07/12 a 30/06/16;
- Estação Altamira - de 09/07/12 a 30/06/16; e
- Estação Belo Monte - de 11/07/12 a 30/06/16.

Em casos como este, para que as medidas de velocidade do vento sejam utilizadas para a previsão de ondas, estas devem ser padronizadas segundo critérios específicos, podendo ser aplicados ajustes como, por exemplo, a correção da velocidade do vento.

## Correlação da Velocidade do Vento

Em situações onde mensura-se o vento em elevações diferentes de 10 m, a velocidade do vento deve ser corrigida para tal elevação. De acordo com a U.S. Army Corps of Engineers (USACE, 2001), medições realizadas em elevações menores que 20 m podem ser estimadas para a elevação de 10 m utilizando-se da equação abaixo:

$$U(10) = U(Z) * \left(\frac{10}{Z}\right)^C \quad (\text{Equação1})$$

Onde  $z$  é a elevação do instrumento de medida do vento, e  $C$  é igual a  $1/7$ .

## Pistas de Vento

Quando a onda é gerada pela ação do vento, sua altura fica condicionada a três fatores relacionados ao vento: a velocidade, a duração e a pista sobre a qual ele sopra.

A pista de vento é a área de geração de ondas definida como sendo a região na qual a velocidade e direção do vento podem ser consideradas aproximadamente constantes. Segundo o U. S. Army Coastal Engineering Research Center (1973), esta velocidade é considerada constante quando as variações não excedem 2,5 m/s, partindo da velocidade média.

Na aplicação dos métodos de estimativa da altura dessas ondas, uma importante etapa consiste na determinação do comprimento da pista de vento, também conhecida como *fetch*.

Na grande maioria dos métodos empregados, o comprimento dessa pista entra como uma variável importante no processo de estimativa da altura da onda. Portanto, uma boa estimativa da altura da onda tem início com uma eficiente determinação do comprimento da pista de vento.

Em águas interiores, as pistas são limitadas pelas margens que contornam tais corpos de água. Pistas de vento de grande comprimento, se comparado à largura, são frequentemente encontradas, e a influência do entorno não pode ser desprezada. Estes casos de área de geração afetada pela margem resultam em altura de onda significativamente menor, se comparada à mesma condição de geração em corpos de água sem limitação marginal.

## Altura da Onda

As ondas geradas na superfície do reservatório são provocadas pelo vento, o qual transfere parte da sua energia para as ondas ao exercer uma força resultante de diferenças de pressão, provocadas por flutuações na velocidade do vento próximo à interface ar-água. A superfície perturbada é restabelecida por ação da gravidade.

A interação cíclica entre a força de pressão exercida pelo vento e a força da gravidade faz com que as ondas se propaguem, se distanciando progressivamente de sua zona de geração.

A simulação de alturas significativas de ondas ( $H_s$ ) ou dos campos de energia é possível por meio de informações de vento (intensidade e direção) e o comprimento do *fetch* no ponto de interesse. A técnica de modelagem utilizada baseia-se nas recomendações do *Shore Protection Manual* (1984) e nos estudos de Carter (1982). Sua operacionalização é feita por meio do modelo OndisaCAD (FE Engenharia – Unesp), validado a partir de dados de vento e onda medidos no lago da UHE de Ilha Solteira.

### 14.2.4.2.3.2 Atividades Desenvolvidas

Com o intuito de diagnosticar o problema em questão para o Reservatório do Xingu, foram realizadas visitas a área de estudo no período de 03/08/2016 a 10/08/2016.

As atividades realizadas consistiram da inspeção das estações climatológicas mais próximas do reservatório, realização de entrevistas com os principais grupos de navegantes locais, reconhecimento da sinalização náutica flutuante atual e mapeamento de rota de navegação alternativa, realizada como desvio às áreas críticas de banzeiros, assim chamadas localmente as ondulações geradas pelos ventos no reservatório.

O reconhecimento de sinalização flutuante existente (**Figura 14.2.4 - 5 e Figura 14.2.4 - 6**) foi realizado com o objetivo de se avaliar a possibilidade de se projetar um sistema de sinalização flutuante para uma rota alternativa ao canal de navegação preferencial, de forma a sinalizar a rota utilizada para o desvio das regiões críticas de banzeiros.

Nessa etapa, foi feita uma verificação expedita da sinalização flutuante instalada no Reservatório do Xingu. Para tal, deslocou-se com um barco tipo voadeira até os sinais flutuantes e registrou-se seu posicionamento com a utilização de GPS de mão.



**Figura 14.2.4 - 5 e Figura 14.2.4 - 6 – Sinais flutuantes nas cores encarnada (esquerda) e verde (direita) implantadas ao longo do canal de navegação preferencial do lago da UHE Belo Monte.**

Durante o período em campo, a equipe realizou entrevistas e aplicou questionários junto aos pescadores e demais usuários que trafegam constantemente no reservatório.

O objetivo desse levantamento foi de avaliar a sensibilidade da população local quanto ao problema dos banzeiros, além de identificar as regiões mais críticas à navegação local e os grupos de usuários mais afetados.

Essas entrevistas foram realizadas nos locais com bastante movimentação de usuários do reservatório, como é o caso do STE e da orla de Altamira.

No tocante à inspeção das estações meteorológicas (**Figura 14.2.4 - 7 e Figura 14.2.4 - 8**) que realizam a medição do vento para verificar suas condições de operação, maior ênfase foi dada aos sensores de direção e sentido de vento, sendo observadas as alturas de instalação desses sensores e a proximidade de obstáculos.

A partir dos dados registrados nas estações meteorológicas, foi gerada uma série de produtos gráficos relacionados com a geração de ondas pela ação do vento. Esses produtos serão descritos mais adiante.



**Figura14.2.4 - 7 – Estação Meteorológica de Altamira.**



**Figura 14.2.4 - 8 – Estação Meteorológica de Pimental.**

Por último, realizou-se o mapeamento da rota de desvio utilizada pela população local no deslocamento entre a cidade de Altamira e o Sítio Pimental em condições de banzeiros. Este mapeamento foi feito com a utilização de voadeira de alumínio com motor de popa e um prático experiente na navegação local.

Embora as águas estivessem bastante tranquilas na ocasião desse levantamento, o prático foi orientado pela equipe a navegar de forma a simular uma situação de ventos e ondas fortes, deslocando-se exatamente pela rota que é seguida com essas condições meteorológicas.

Todo o trajeto foi registrado com a utilização de GPS de mão, sendo os registros depois exportados para formatos editáveis. A partir daí, seria possível compará-las

com as rotas registradas antes da formação do Reservatório do Xingu (**Figura 14.2.4 - 9 e Figura 14.2.4 - 10**).



**Figura 14.2.4 - 9 e Figura 14.2.4 - 10 – Mapeamento da rota de desvio**

#### 14.2.4.2.3.3 Modelagem

##### Análise e Processamento dos Dados de Vento

Inicialmente, realizou-se a análise e o tratamento de dados de ventos fornecidos pela Norte Energia, apresentados em planilhas com a estação, coordenadas X e Y (SAD69 UTM), data, hora, direção e velocidade do vento, registrada a uma altura relativa ao solo de 3,0 m (U3).

A **Figura 14.2.4 - 11** apresenta um exemplo ilustrativo da planilha de dados tratados e separados por estação e ano (2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2012 a 2016). As planilhas completas estão disponibilizadas no **Anexo 14.2.4 - 1**.

Após a organização das planilhas, foi realizada a correção da velocidade do vento para a altura de 10,0 m (U10), conforme explicitado acima. Visando à construção das planilhas de velocidades médias, calculou-se a média aritmética da velocidade do vento, corrigida para uma altura de 10,0 m, e a velocidade máxima para cada uma das 16 (dezesesseis) direções que compõem a rosa dos ventos. Pode-se, assim, determinar o nível de persistência dos ventos (reinância) em cada um dos anos para cada estação, conforme apresentado no **Quadro 14.2.4 - 2** da estação Pimental.

ESTACAO	CODIGO DA ESTACAO	COORDENADA X (SAD 69 UTM)	COORDENADA Y (SAD 69 UTM)	DATA	HORA	DIRECAO (°)	VELOCIDADE (M/S)
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	09/07/2012	21:00:00	340,0	0,6
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	09/07/2012	22:00:00	312,4	0,7
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	09/07/2012	23:00:00	306,9	0,9
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	00:00:00	347,6	0,9
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	01:00:00	358,0	0,8
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	02:00:00	341,2	0,8
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	03:00:00	14,3	0,6
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	04:00:00	350,9	0,9
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	05:00:00	19,4	0,5
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	06:00:00	43,1	0,6
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	07:00:00	0,8	0,5
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	10/07/2012	17:00:00	152,2	1,3
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	09:00:00	186,7	0,9
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	10:00:00	146,9	0,8
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	11:00:00	100,6	1,0
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	12:00:00	103,2	1,3
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	13:00:00	104,0	1,2
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	14:00:00	109,0	0,8
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	15:00:00	179,6	1,5
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	16:00:00	102,2	1,3
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	17:00:00	0,0	0,6
ALTAMIRA	82353	365222	9644638	12/07/2012	18:00:00	153,5	0,6

**Figura 14.2.4 - 11 – Figura ilustrativa da planilha de dados tratados.**

**Quadro 14.2.4 - 2 – Velocidades médias e máximas do vento, registradas na estação Pimental, para o ano de 2012**

DIREÇÕES	V. MÉDIA (m/s)	%	V. MÁXIMA (m/s)
Direção E - 348.75 - 11.25	0.76	13%	3.92
Direção ENE - 11.25 - 33.75	1.47	19%	4.28
Direção NE - 33.75 - 56.25	1.59	26%	21.38
Direção NNE - 56.25 - 78.75	1.51	16%	6.18
Direção N - 78.75 - 101.25	1.30	8%	3.56
Direção NNO - 101.25 - 123.75	1.25	4%	2.73
Direção NO - 123.75 - 146.25	1.34	2%	3.68
Direção ONO - 146.25 - 168.75	1.71	3%	3.80
Direção O - 168.75 - 191.25	1.71	2%	3.45
Direção OSO - 191.25 - 213.75	1.53	1%	2.73
Direção SO - 213.75 - 236.25	1.40	1%	2.85
Direção SSO - 236.25 - 258.75	1.59	1%	2.85
Direção S - 258.75 - 281.25	1.32	1%	3.09
Direção SSE - 281.25 - 303.75	1.33	0%	2.38
Direção SE - 303.75 - 326.25	1.18	1%	2.73
Direção ESSE - 326.25 - 348.75	1.26	1%	2.73
<b>Média Geral Anual</b>	<b>1.39</b>		<b>4.52</b>

Com todas as planilhas completas, executou-se o programa OndisaCAD com a finalidade de se obter os mapas de pistas de ventos e os mapas de alturas significativas de ondas.

## **Georreferenciamento e Adaptação do Contorno do Reservatório ao OndisaCAD**

Foi realizado um novo georreferenciamento do contorno do Reservatório do Xingu com o objetivo de adaptá-lo à forma de leitura do *software* OndisaCad. Para tal, adotou-se os seguintes procedimentos:

Escalonamento do reservatório utilizando o *Google Earth Pro*; e

- Utilização do *Software* AutoCad, por meio do qual fez-se o georreferenciamento, escalonamento das imagens e o contorno adaptado do reservatório.

## **Confecção das Rosas dos Ventos**

Utilizando-se das tabelas com os dados de velocidade do vento corrigidos, inseriu-se no *software* WRPLOT View 7.0 as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) de cada estação, a direção dos ventos e as velocidades ajustadas para 10,0 m de altura, juntamente com o dia, mês, ano e hora de cada medição.

Foram confeccionadas Rosa dos Ventos para cada um dos anos e uma com o período completo de cada Estação (**Anexos de 14.2.4 - 2 a 14.2.4 - 5**).

Vale salientar que os dados de velocidade com intensidades menores que 0,5 m/s foram classificados como calmarias e, dessa forma, desconsiderados na elaboração das Rosas dos Ventos.

## **Confecção das Malhas do Reservatório do Xingu**

Para executar o programa OndisaCad é necessário construir malhas do reservatório, ou seja, gera-se um dado *raster* do formato do reservatório a fim de analisar a sensibilidade (resolução) como tempo de processamento (precisão). Neste estudo, utilizaram-se malhas de 1000 m, 700 m, 500 m, 300 m e 200 m. Analisando o tempo de processamento, concluiu-se que a malha de 300 m atende a este estudo com precisão satisfatória em relação ao tempo de cálculo, que cresce exponencialmente com o refinamento.

Cada mapa de direção com 300 m de resolução durou cerca de quatro horas para ser gerado, sendo os mapas de pistas de vento e de alturas significativas produzidos sobre essa base. A divisão do reservatório em células quadradas foi confeccionada no próprio *software* OndisaCad.

## **Confecção de Mapas de Pistas de Ondas**

Confeccionou-se os mapas de pistas de ondas (*fetch*), levando-se em consideração o quadrante crítico (N- E), que fora obtido após análise estatística dos dados de ventos disponíveis.

Para o Reservatório do Xingu, a direção do vento reinante é NE, considerando os dados das três estações no período fornecido, e o maior *fetch* simulado é da ordem de 15 km naquela direção, conforme podem ser visualizados nos mapas de vento apresentados no **Anexo 14.2.4 - 6**.

### **Confecção de Mapas de Alturas Significativas de Ondas**

Nesta etapa, foram simulados os mapas de altura significativas ( $H_s$ ) de ondas para o quadrante crítico, com base no espectro de JONSWAP (Carter, 1982), que é o mais adequado às simulações. Considerou-se uma gama de velocidades a fim de compor o banco de dados para diversas possibilidades. As velocidades consideradas foram de 1 m/s (da ordem da velocidade reinante), 2 m/s, 5 m/s, 10 m/s, 15 m/s e 20 m/s (rajadas de vento, por exemplo, em Altamira e Pimental), conforme apresentados no **Anexo 14.2.4 - 7**.

Também se procedeu à simulação com ventos da ordem do reinante e com o vento excepcional (vento extremo registrado) de 50 m/s para as direções NE, NO, SO e SE, com o intuito de aumentar o banco de dados resultantes do estudo.

#### **14.2.4.2.3.4 Resultados**

### **Comparação entre as Situações Pré e Pós-Enchimento nos Pontos Críticos Identificados**

A partir das entrevistas e aplicação dos questionários, foram identificadas três áreas de maior atenção relacionadas a banheiros, consideradas pelos usuários do reservatório como sendo pontos onde houve um aumento da frequência e altura das ondas após o enchimento: o Largo do Arapujá, o Largo da Praia do Daniel e o Largo da Taboca.

A **Figura 14.2.4 - 12** apresenta uma visualização geral do Reservatório do Xingu com as referidas áreas de maior atenção relacionadas a banheiros identificadas.

A comparação de imagens de satélite da situação pré-enchimento e pós-enchimento (**Figura 14.2.4 - 13**) possibilita a visualização clara do aumento do espelho de água no Reservatório do Xingu devido à elevação da cota do nível de água. A **Figura 14.2.4 - 13** apresenta duas imagens de satélite (LandSat) do Reservatório do Xingu, sendo a imagem à esquerda (a) datada de 26/07/2014 (fase pré-enchimento) e a imagem à direita (b) datada de 02/08/2016 (fase pós-enchimento).

Já a **Figura 14.2.4 - 14** evidencia os pontos críticos relacionados denominados Largo do Arapujá e Largo do Daniel, identificados pelo polígono rosa, e Largo da Taboca, identificado pelo polígono vermelho, para as situações pré-enchimento (a) e pós-enchimento (b).

A **Figura 14.2.4 - 15**, por sua vez, apresenta a aproximação da imagem de forma a ressaltar as áreas do Largo do Arapujá e do Largo da Praia do Daniel, enquanto a **Figura 14.2.4 - 16** destaca a área do Largo da Taboca.

A seguir são apresentadas, em sequência, as referidas **Figuras 14.2.4 - 12 a 14.2.4 - 16** mencionadas acima.

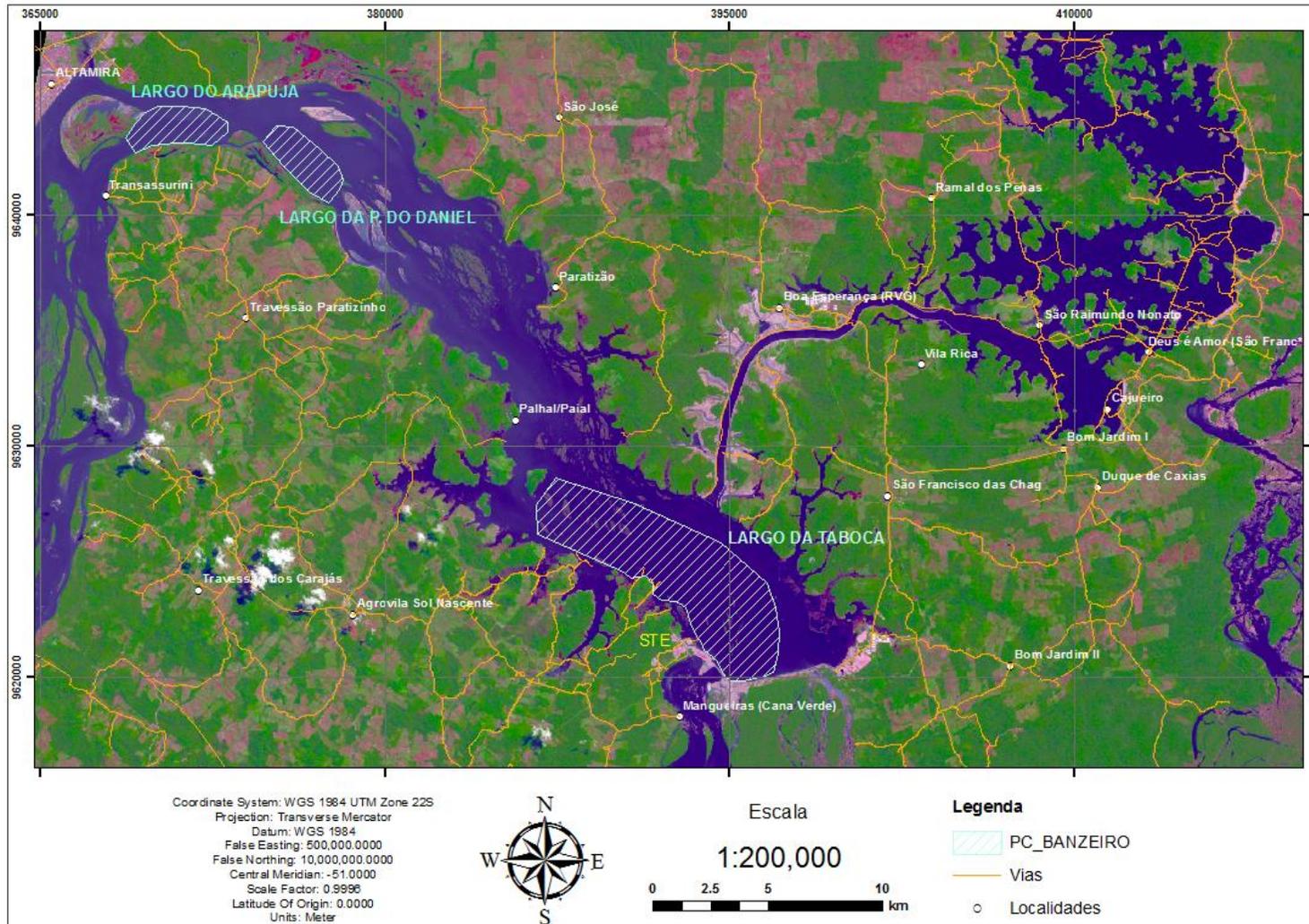


Figura 14.2.4 - 12 – Pontos Críticos relacionados a banheiros, definidos nos questionamentos à população local

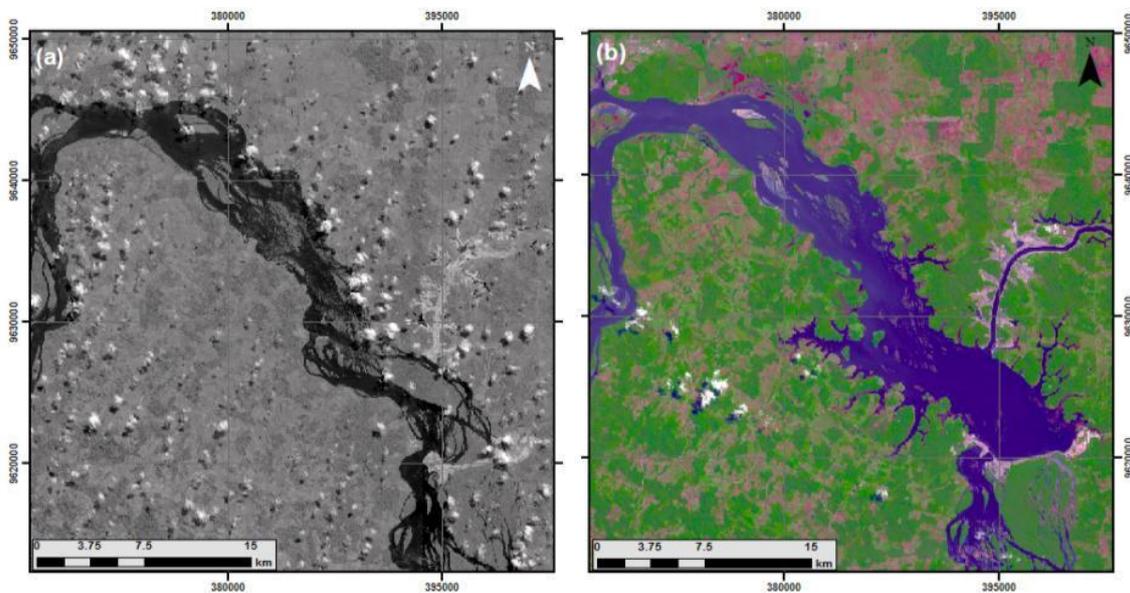


Figura 14.2.4 - 13 – Comparação da situação das fases de pré-enchimento (a) e pós-enchimento (b).

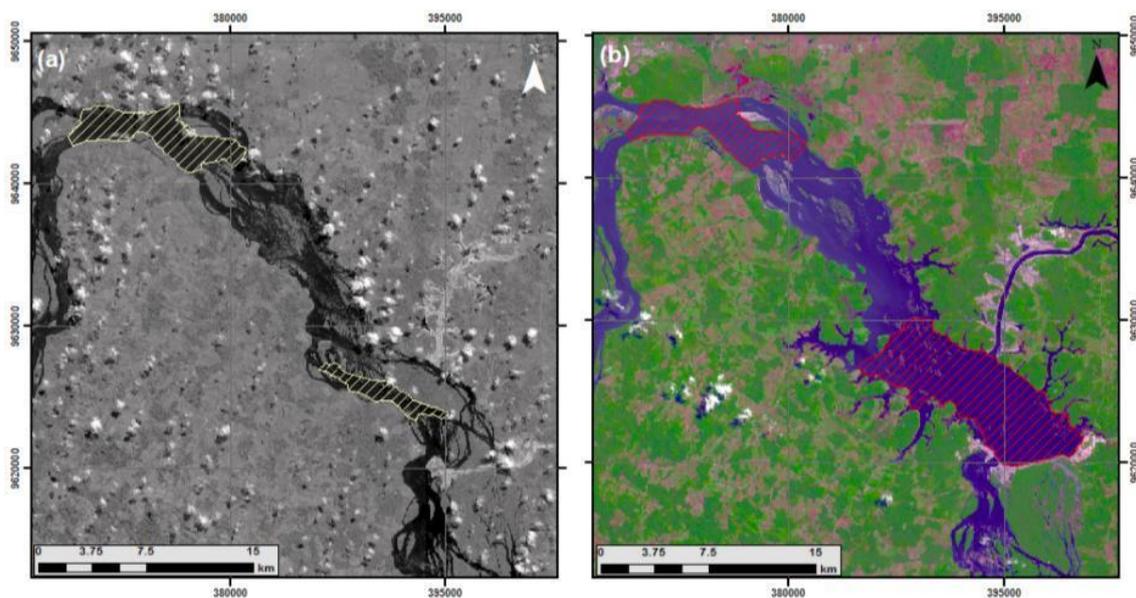
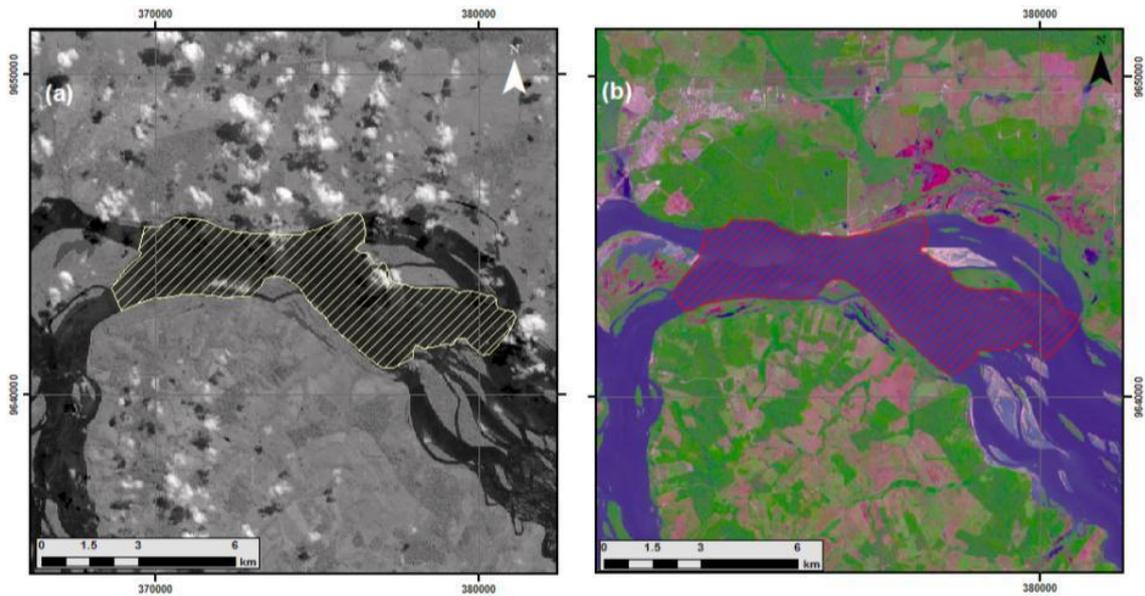
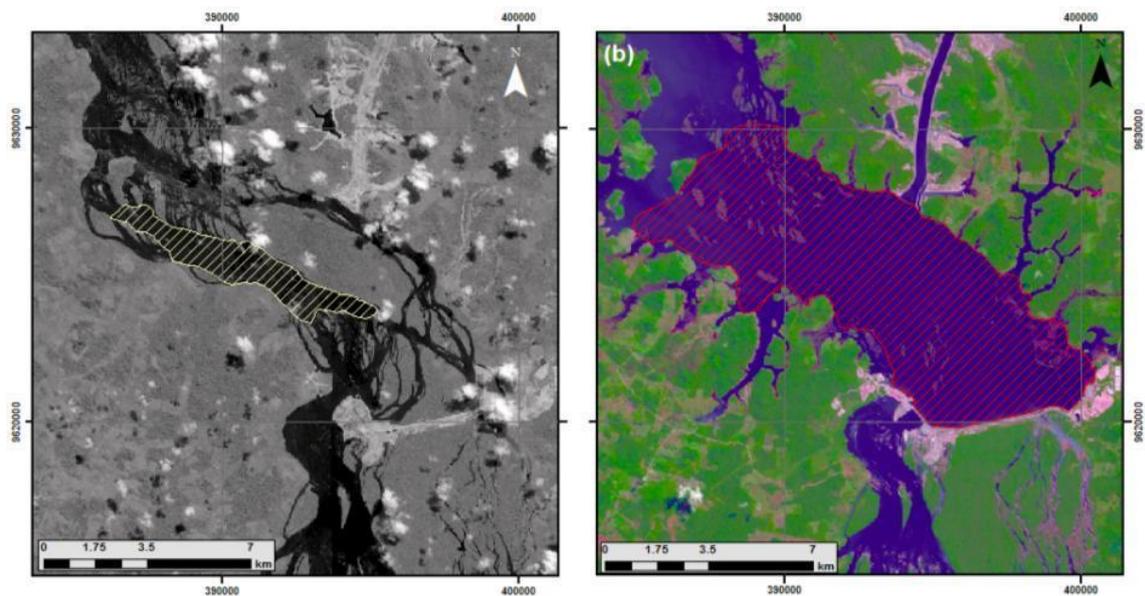


Figura 14.2.4 - 14 – Áreas críticas para a situação pré-enchimento (a) e pós-enchimento (b) identificadas nos questionários. No canto superior esquerdo, destaca-se a região composta pelos Largos do Arapujá e da Praia do Daniel.



**Figura 14.2.4 - 15 – Detalhe da situação na fase de pré-enchimento (a) e pós-enchimento (b) do Lago do Arapujá e do Lago da Praia do Daniel.**



**Figura 14.2.4 - 16 – Detalhe da situação na fase de pré-enchimento (a) e pós-enchimento (b) do Lago da Taboca.**

Verifica-se na **Figura 14.2.4 - 15** que as regiões denominadas Lago do Arapujá e Lago da Praia do Daniel não apresentaram um aumento significativo na região de ação dos ventos. Para a fase de pré-enchimento (julho de 2014), a área superficial do espelho de água era de 26,48 km<sup>2</sup>. Já na fase de pós-enchimento (agosto de 2016), a área superficial da lâmina de água era de 26,76 km<sup>2</sup>, ou seja, ocorreu um aumento de área de espelho de água de apenas 1%. Portanto, os problemas relacionados aos banzeiros provavelmente já existiam nessas áreas antes mesmo da formação do reservatório.

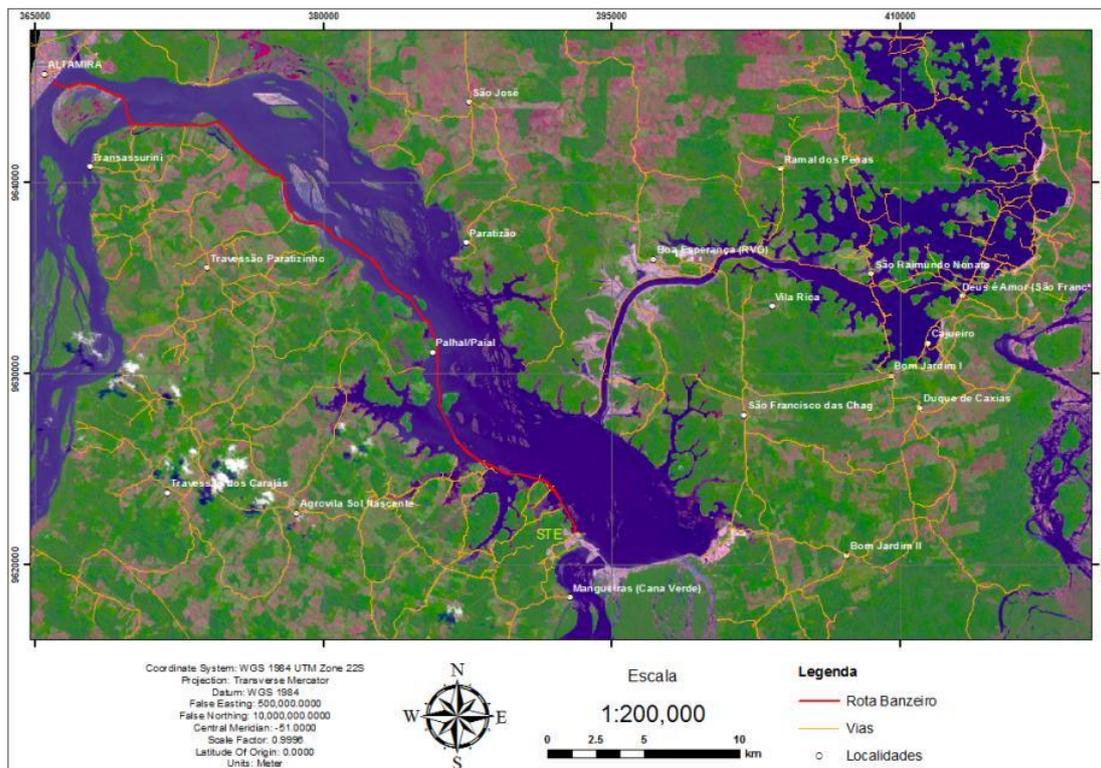
Vale ressaltar que, para a situação de 2016, a cota da lâmina de água do reservatório estava abaixo da cota de projeto, porém a retomada da cota de projeto não deve representar um aumento significativo da área neste ponto.

Em contrapartida, observa-se claramente que a região do Largo da Taboca teve um aumento no espelho de água significativo (**Figura 14.2.4 - 16**). Na situação pré-enchimento, apresentava uma área para ação dos ventos de 9,09 km<sup>2</sup>, enquanto na situação pós-enchimento a área é de 69,03 km<sup>2</sup>. Isto indica que, nesta área, houve aumento também dos *fetchs*, resultando, assim, um aumento na altura das ondas geradas pelo vento.

### Mapeamento da Rota Alternativa de Desvio

Conforme explicado anteriormente, a rota comumente utilizada pelas embarcações no Reservatório do Xingu em ocasiões de fortes ventos e ondas foi mapeada para um melhor entendimento da navegação local e também para se avaliar a possibilidade de implantação de um sistema de balizamento complementar ao da rota principal, com o objetivo de balizar uma rota alternativa para as embarcações mais afetadas pelas ondas.

A seguir, a **Figura 14.2.4 - 17** exhibe a rota mapeada pela equipe de campo.



**Figura 14.2.4 - 17 – Rota utilizada pela população local na ocasião de banzeiros, mapeada pela equipe.**

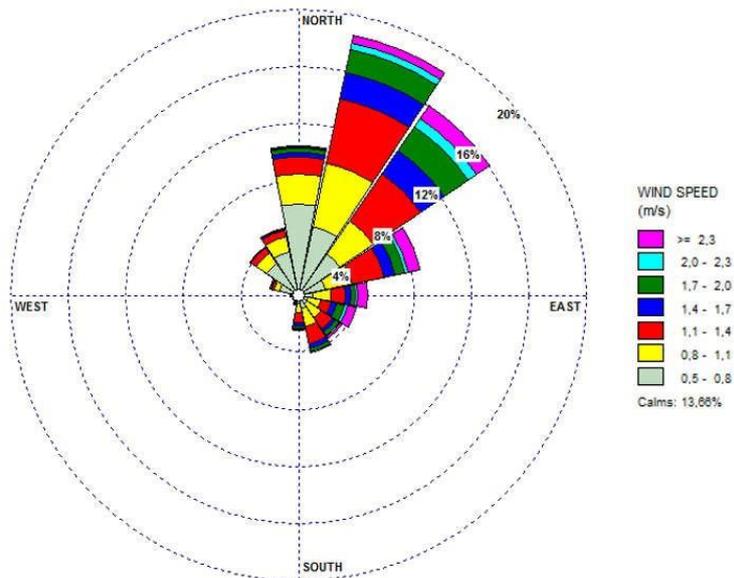
Pode-se observar que inicialmente houve a travessia da orla de Altamira, ponto de partida, em direção à Ilha do Capacete, ou ilha do Arapujá. Esta ilha foi então margeada e, em sua porção mais a jusante, ocorreu a travessia em direção à margem direita do rio Xingu. A partir deste ponto, o deslocamento ocorre, na maior parte, próximo à margem direita do rio, conferindo maior segurança às embarcações.

Em grande parte, a navegação é realizada por entre ilhas, sendo esses locais protegidos da ação de ventos e ondas.

Entretanto, a partir da Ilha do Palhal, se inicia a área crítica do Largo da Taboca, que é desprotegida. Seguiu-se, então, em direção ao Sítio Pimental, sempre pela margem direita.

### Rosas dos Ventos

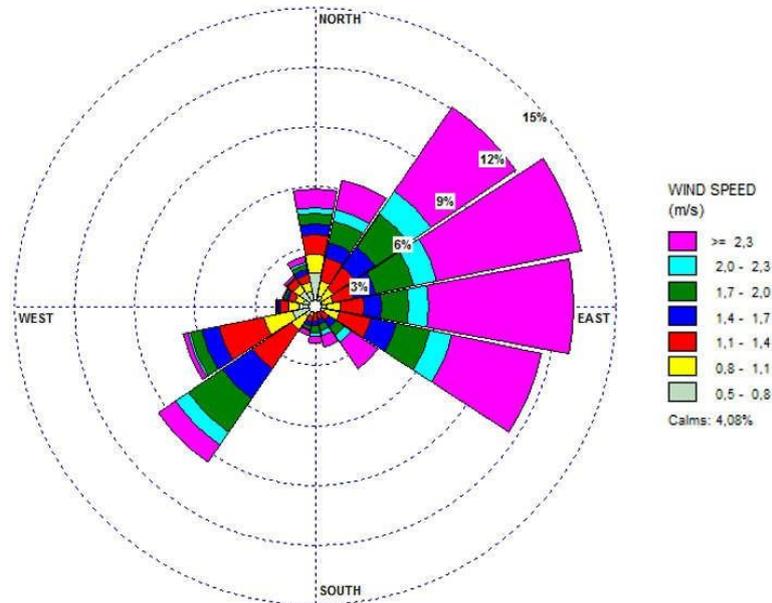
A **Figura 14.2.4 - 18** apresenta a Rosa dos Ventos de todo o período da Estação climatológica de Altamira, a **Figura 14.2.4 - 19** para a Estação Belo Monte e a **Figura 14.2.4 - 20** para a Estação Pimental. Por fim, a **Figura 14.2.4 - 21** apresenta a Rosa dos Ventos de todo o período para as três estações conjuntas.



**Figura 14.2.4 - 18 – Rosa dos Ventos – Estação Altamira – 2012 a 2016.**

Observa-se que, na Estação Altamira, a maior incidência dos ventos vêm de NNE com reinância de 19%. A velocidade média dos ventos calculada é de 1,09 m/s, tendo sido registrada a velocidade máxima de 21,5 m/s na direção NNE (11.25° - 33.75°) e de 22,69 m/s na direção ESE.

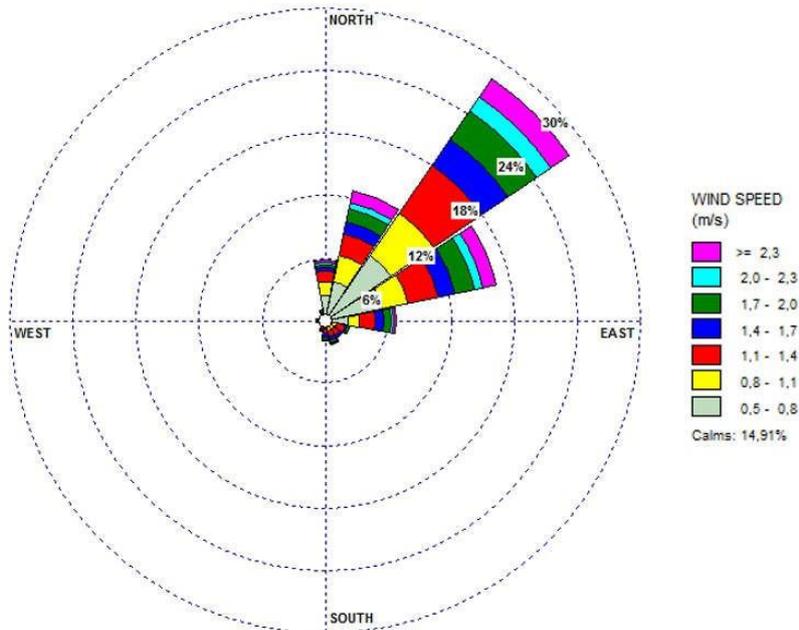
Com relação à velocidade do vento, em 29% do período total obteve-se um vento entre 0,5 m/s e 0,8 m/s e, em apenas 4,3% do período, o vento esteve a uma velocidade superior a 2,3 m/s (**Anexo 14.2.4 - 2 – 2012-2016**).



**Figura 14.2.4 - 19 – Rosa dos Ventos – Estação Belo Monte – 2012 a 2016**

Verifica-se na **Figura 14.2.4 - 19** (Estação Belo Monte) que a maior incidência dos ventos vem de ENE, com uma frequência de 14%. Nesta estação, a velocidade média é de 1,59 m/s e uma velocidade máxima (extrema) de 50,01 m/s na direção OSO (191,25°-213,75°).

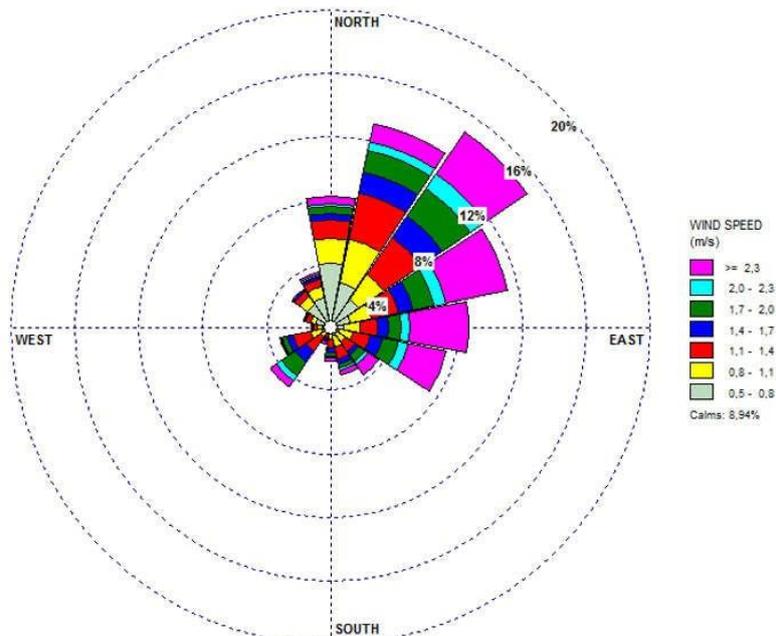
Com relação à velocidade do vento, em 10% do período total obteve-se um vento entre 0,5 m/s e 0,8 m/s e, em 31,1% do período, o vento esteve a uma velocidade superior a 2,3 m/s (**Anexo 14.2.4 - 3 – 2012-2016**).



**Figura 14.2.4 - 20 – Rosa dos Ventos – Estação Pimental – 2012 a 2016**

Observa-se na **Figura 14.2.4 - 20**, que na Estação Pimental a maior incidência dos ventos vem de NE, com a reinância de 29%. Nesta estação foi obtida uma velocidade média de 1,0 m/s e uma velocidade máxima de 21,38 m/s na direção NE (33.75°-56.25°).

Com relação à velocidade do vento, em 26,2% do período total obteve-se um vento entre 0,5 m/s e 0,8 m/s e, em apenas 5,4% do período, o vento esteve a uma velocidade superior a 2,3 m/s (**Anexo 14.2.4 - 4 – 2012-2016**).

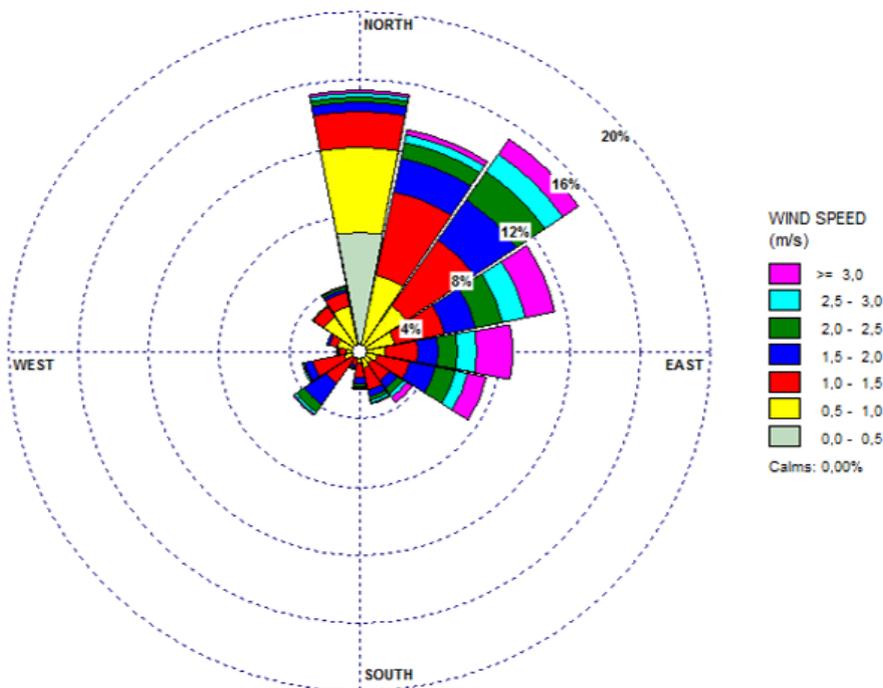


**Figura 14.2.4 - 21 – Rosa dos Ventos – 3 Estações – 2012 a 2016**

Verifica-se na **Figura 14.2.4 - 21** que a maior incidência dos ventos vem de NE, com a reinância de 15%. Nas três estações, obteve-se velocidade média de 1,2 m/s e velocidade máxima de 50,0 m/s na direção OSO (191,25°-213.75°).

Com relação à velocidade do vento, em 20% do período total obteve-se um vento entre 0,5 m/s e 0,8 m/s e, em apenas 17% do período, o vento esteve a uma velocidade superior a 2,3 m/s (**Anexo 14.2.4 - 5 – 2012-2016**).

Já na **Figura 14.2.4 – 22**, ressalta-se que é ilustrada a Rosa de Ventos elaborada considerando todos os dados de ventos, inclusive os ventos brandos (menores que 0,5 m/s e considerados como calmarias na etapa anterior). Deste modo, se pode obter uma representação global dos dados encontrando a velocidade reinante com intensidade de 1,39 m/s na direção NE. Além disso, para a velocidade reinante, em particular, aplica-se o fator de correção de localização da ordem de 2 (fator majorante a favor da segurança), e, desta forma, a intensidade da velocidade reinante considerada é de 2,78 m/s na direção NE.



**Figura 14.2.4 - 22 – Rosa dos Ventos – Três Estações – 2012 a 2016 (todos os dados de vento)**

Observa-se na **Figura 14.2.4 - 22** que, em 55,5% do período total, obteve-se um vento entre 0,5 m/s e 1,5 m/s e, em apenas 7,2% do período, o vento esteve a uma velocidade maior que 3,0 m/s.

### Mapas de Pistas de Vento

Os mapas de pistas de ventos para as direções NNE, NE e ENE são apresentados nas Figuras 14.2.4 - 23 a 14.2.4 - 25. As cores frias representam *fetchs* menores, e, portanto, menos críticos, e as cores quentes representam *fetchs* maiores, sendo consequentemente, mais críticos em relação à geração de ondas pela ação do vento.

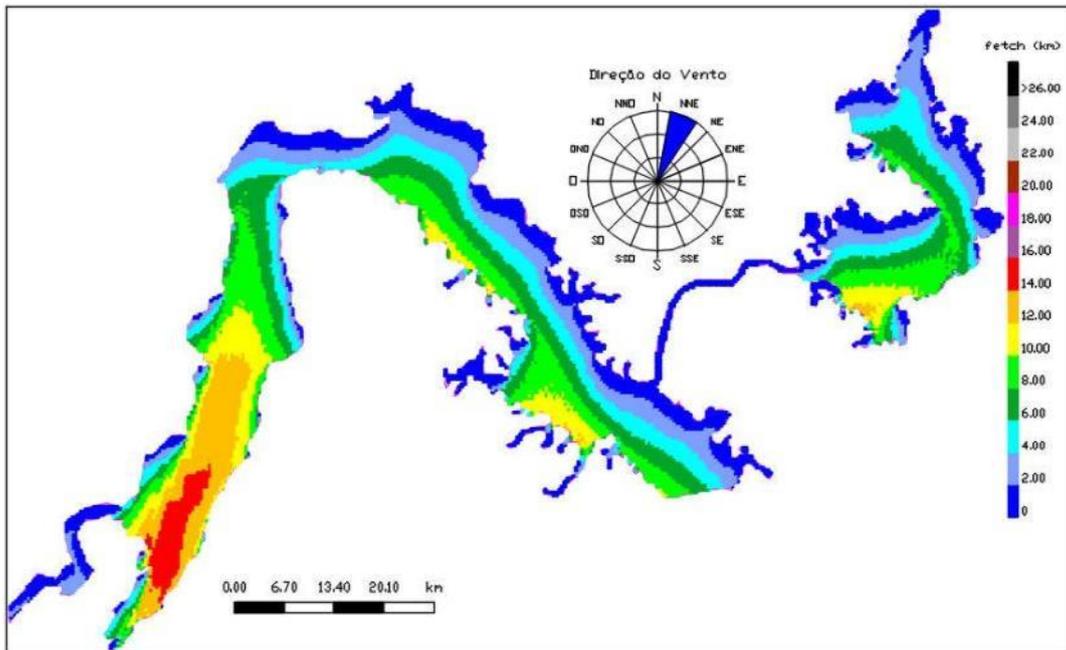


Figura 14.2.4 - 23 – Mapa de pistas de ventos para a direção NNE.

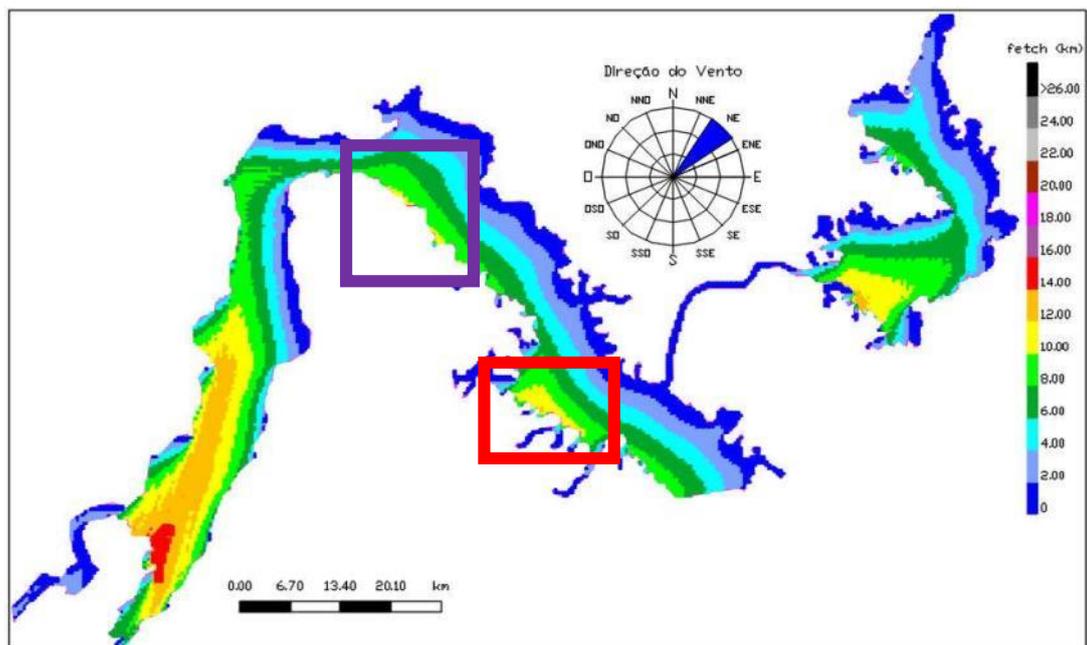
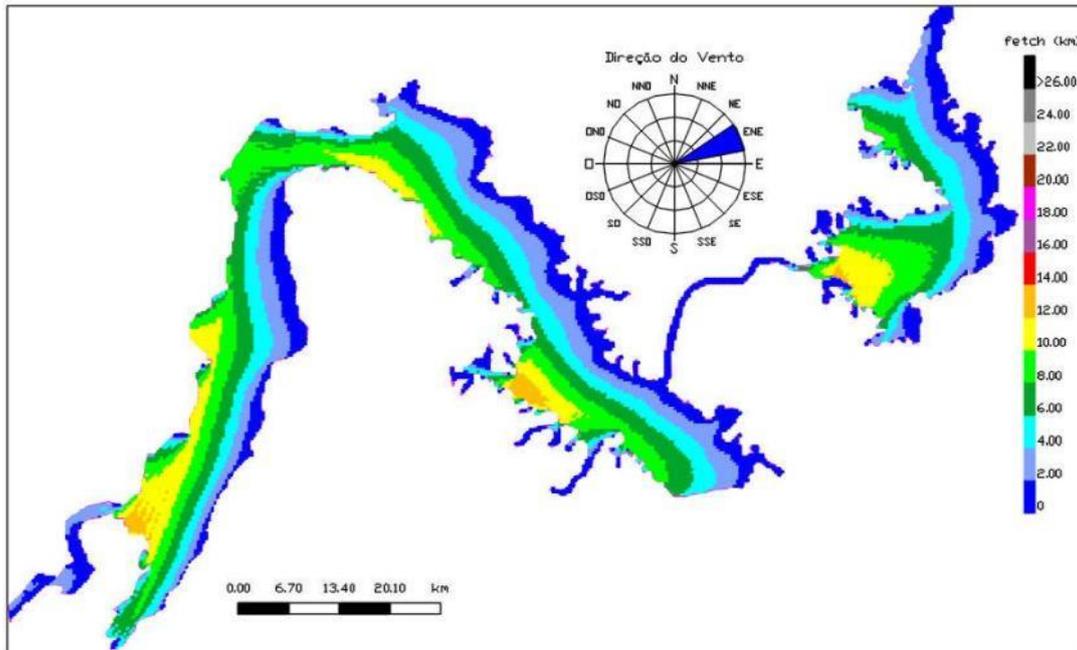


Figura 14.2.4 - 24 – Mapa de pistas de ventos para a direção NE.

Ressalta-se que a direção NE, no mapa apresentado na **Figura 14.2.4 - 24**, representa a direção de ventos reinantes para as três estações. Observa-se que as regiões críticas para essa direção estão situadas no Largo da Taboca e nas proximidades da Praia do Daniel (polígonos vermelho e roxo, respectivamente).



**Figura 14.2.4 - 25 – Mapa de pistas de ventos para a direção ENE.**

#### **Modelo de Alturas de Ondas (HS)**

Apresenta-se, abaixo, os modelos de alturas significativas de ondas gerados para a direção NE, que representa o vento reinante nas três estações, considerando as velocidades de 1,0 m/s (**Figura 14.2.4 - 26**), 2,0 m/s (**Figura 14.2.4 - 27**), 5,0 m/s (**Figura 14.2.4 - 28**), 10,0 m/s (**Figura 14.2.4 - 29**), 15,0 m/s (**Figura 14.2.4 - 30**) e 20,0 m/s (**Figura 14.2.4 - 31**).

A escala de cores está situada na porção mais à direita das figuras e representa as alturas significativas para cada velocidade modelada.

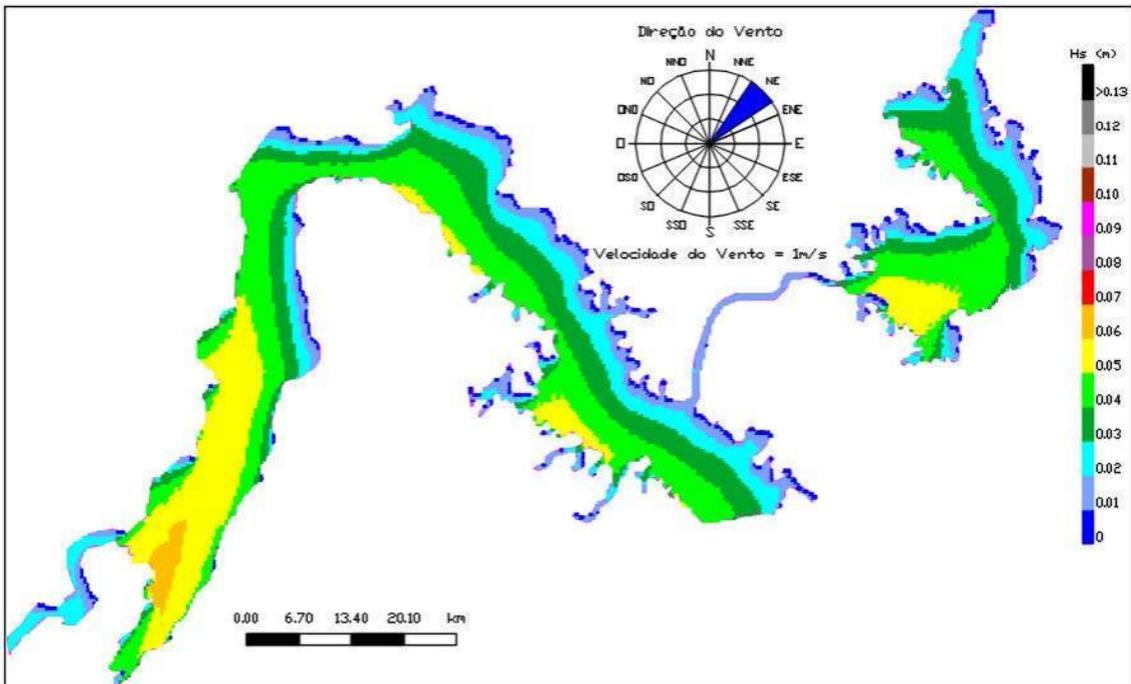


Figura 14.2.4 - 26 – Mapa de alturas significativas das ondas para a direção NE, considerando velocidade do vento igual a 1,0 m/s.

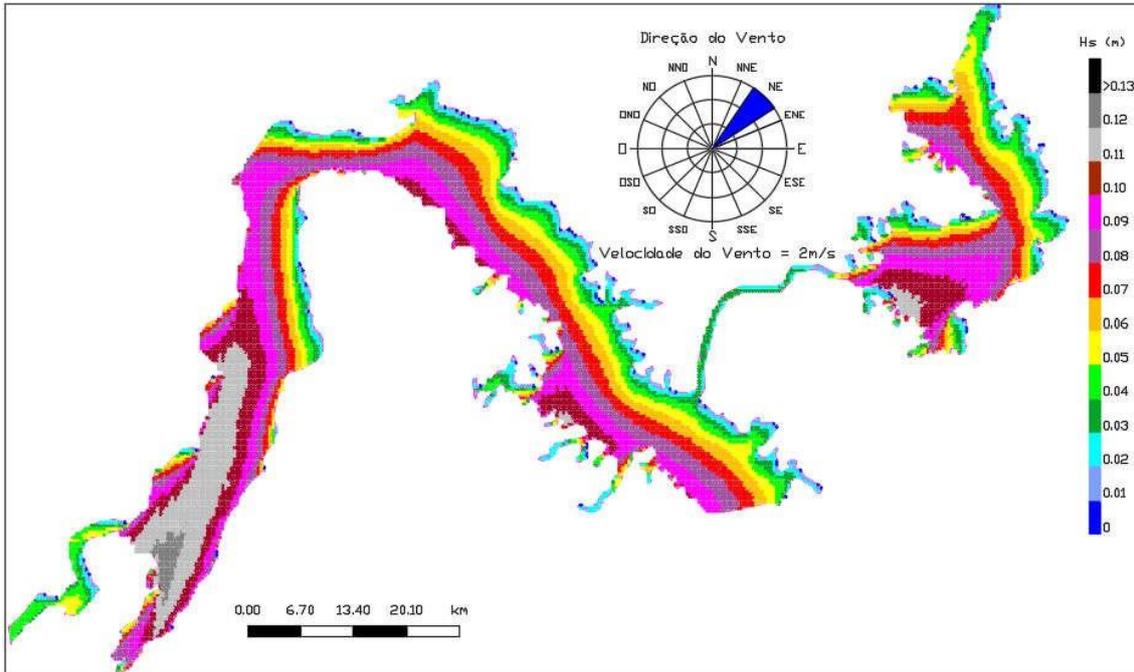


Figura 14.2.4 - 27 – Mapa de alturas significativas das ondas para a direção NE, considerando velocidade do vento igual a 2,0 m/s.

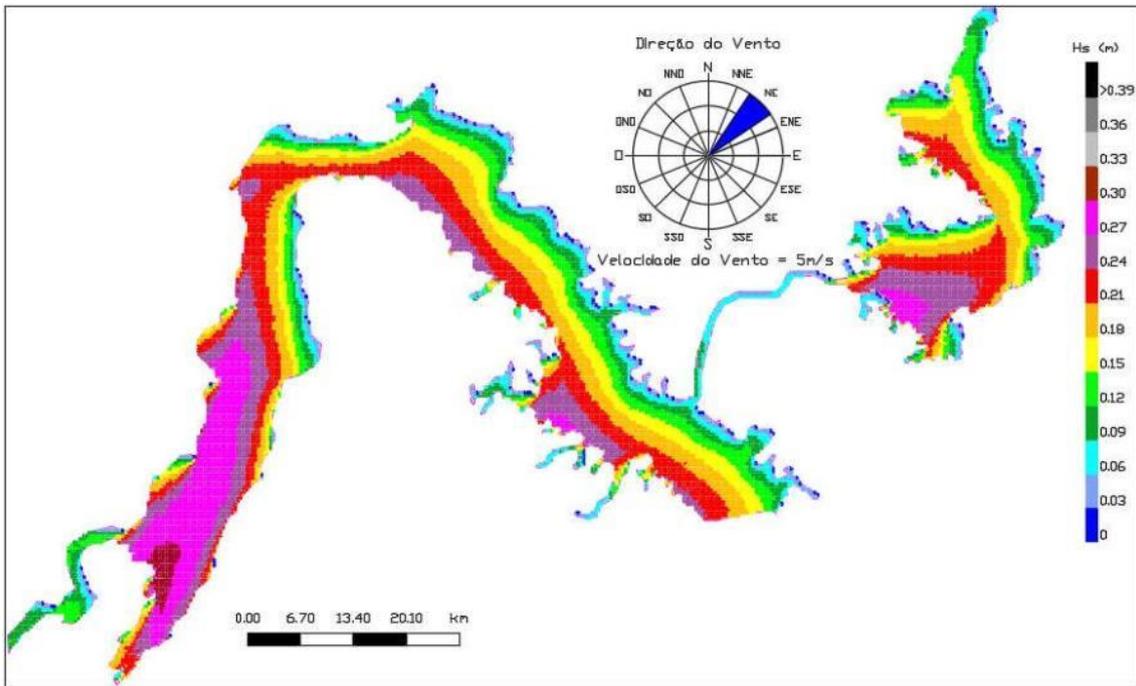


Figura 14.2.4 - 28 – Mapa de alturas significativas das ondas para a direção NE, considerando velocidade do vento igual a 5,0 m/s

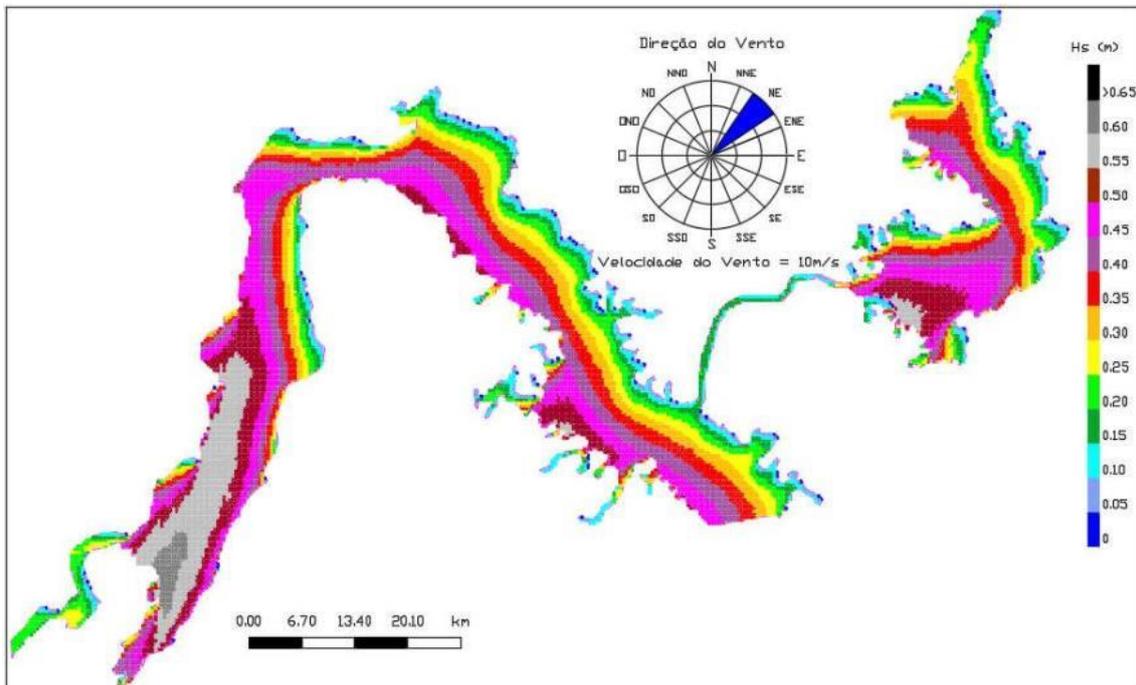


Figura 14.2.4 - 29 – Mapa de alturas significativas das ondas para a direção NE, considerando velocidade do vento igual a 10,0 m/s.

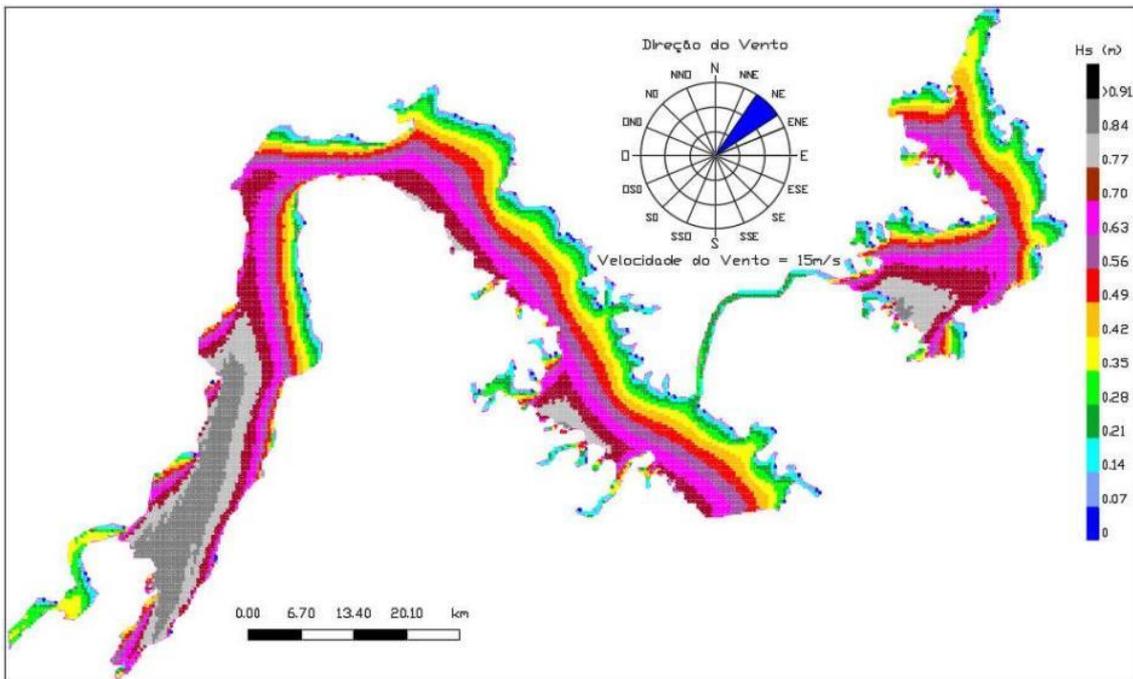


Figura 14.2.4 - 30 – Mapa de alturas significativas das ondas para a direção NE, considerando velocidade do vento igual a 15,0 m/s

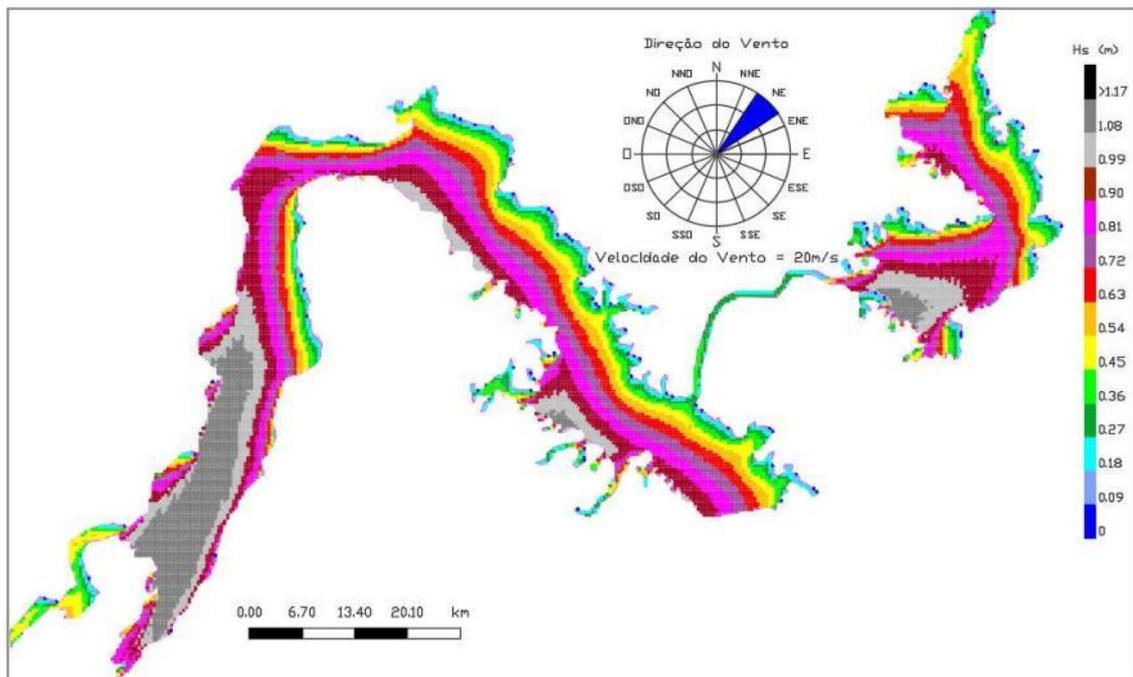


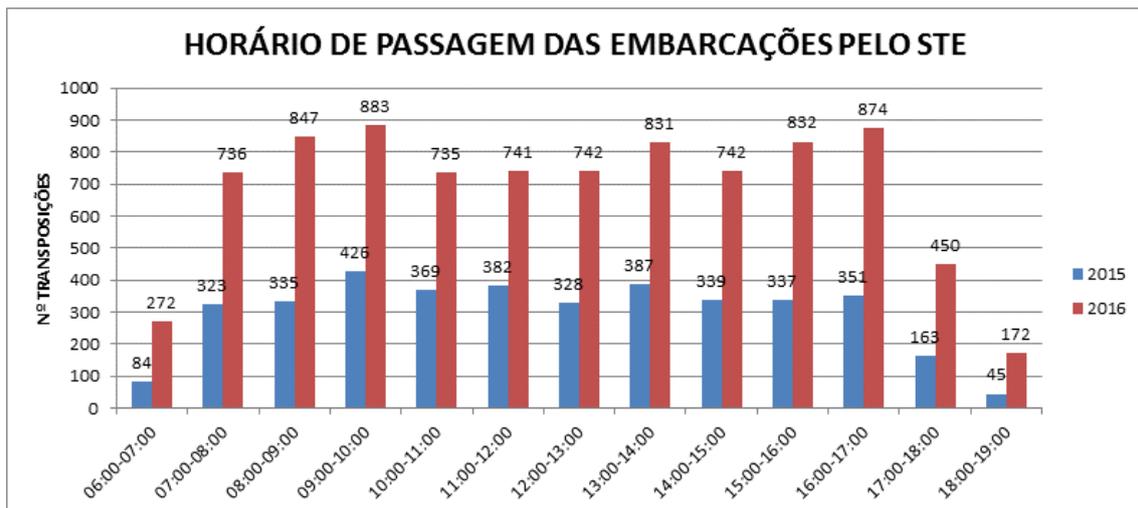
Figura 14.2.4 - 31 – Mapa de alturas significativas das ondas para a direção NE, considerando velocidade do vento igual a 20,0 m/s

#### 14.2.4.2.3.4 Considerações do Estudo dos Ventos

De acordo com a sensibilidade dos usuários, além de se identificar os principais pontos críticos à navegação local, conforme citado anteriormente, foi possível se entender o comportamento dos banzeiros nessas áreas. É importante ressaltar que os horários apresentados abaixo são aproximados, estimados a partir das respostas dos entrevistados.

Ao longo do dia, os ventos e ondas se comportam da seguinte forma: o dia se inicia com calma, mas aproximadamente às 09:00 h da manhã normalmente os banzeiros se iniciam. A partir das 11:00 h, um intervalo de calma se inicia, se estendendo até às 14:00 h, e, a partir desse horário, os banzeiros voltam a surgir.

Levando-se em consideração esta premissa, verifica-se que tal comportamento dos ventos e ondas não apresenta correlação com os horários de maior trafegabilidade observados no Sistema de Transposição de Embarcações (STE) nos dois últimos anos (monitoramento realizado no âmbito do Projeto de Monitoramento do Dispositivo de Transposição de Embarcações – PBA 14.2.1), que evidencia uma uniformidade no número de embarcações que trafegam ao longo do período monitorado (de 06:00 as 19:00 hs). Na **Figura 14.2.4 – 32** observa-se esta uniformidade para os anos de 2015 e 2016, sendo que, no ano de 2016, constatou-se que o maior número de embarcações que passaram pelo STE foi observado entre o horário de 09:00 às 10:00 hs, com um total de 883 embarcações, e entre o horário de 16:00 as 17:00 hs, com 874 embarcações, horários estes situados fora do intervalo de calma observado pelo presente estudo de ondas geradas pelo vento.



**Figura 14.2.4 - 32 – Quantitativos de embarcações que trafegam pelo Sistema de Transposição de Embarcações (STE) por hora nos anos de 2015 e 2016, oriundos do Projeto de Monitoramento do Dispositivo de transposição de Embarcações (PBA 14.2.1).**

A partir das entrevistas e questionários, também se pode identificar três grupos principais de usuários:

- Pescadores, que trafegam diariamente ao redor do reservatório e/ou a montante e jusante dele, em busca das melhores áreas de pesca;
- Moradores de Altamira ou das porções montante e jusante do reservatório, que precisam fazer frequentemente o deslocamento ao longo do reservatório em direção à porção do rio Xingu a jusante da barragem de Pimental e vice-versa, valendo-se do Sistema de Transposição de Embarcações (STE); e
- Pilotos de embarcações de transporte de passageiros, que também fazem frequentemente o trajeto em direção à porção jusante do rio Xingu, utilizando também o STE.

Com as informações obtidas, se pode verificar que os banzeiros afetam principalmente os pescadores artesanais e moradores que fazem o deslocamento de Altamira ao STE com seus barcos particulares. As embarcações utilizadas por esse grupo são barcos de madeira ou do tipo voadeira de alumínio, com borda baixa, estando suscetíveis à entrada de água em caso de ondas significativas.

Essa grande parcela dos usuários locais, em condições de ventos e ondas, se desloca de acordo com a rota de desvio mapeada. Entretanto, em caso de calmaria, navegam perfeitamente ao longo da rota preferencial sinalizada atualmente, que é a rota de deslocamento mais curta entre a cidade de Altamira e o STE, o que confere uma maior economia em termos de combustível.

Por outro lado, uma parte dos pilotos que faz o transporte de passageiros consegue navegar, mesmo em condições de ventos e ondas, ao longo da rota preferencial balizada atualmente, utilizando apenas, em casos extraordinários, a rota de desvio. Verificou-se que isto ocorre, pois essa pequena parcela navega com barcos intermediários, com motores de popa potentes e comprimentos de até 15 m. Foi recebida a informação que as voadeiras de 12 m de comprimento também “cortavam” os banzeiros sem maiores problemas.

Nesse grupo, os usuários que navegam com barcos com comprimentos inferiores a 12 m, borda baixa e motores de popa ou rabeta pouco potentes inevitavelmente se deslocam pela rota de desvio, em caso de ventos e ondas fortes.

As entrevistas e questionários nos permitiu verificar que existe um equívoco no entendimento desses usuários quanto aos pontos críticos de banzeiros: os usuários consideram que os banzeiros que atualmente ocorrem no Largo do Arapujá, Largo da Praia do Daniel e o Largo da Taboca não existiam antes da formação do reservatório. Entretanto, isto somente pode ser comprovado para o Largo da Taboca. Conforme citado anteriormente, a remoção de ilhas e vegetação nesse ponto criou um aumento

dessa área superior a seis vezes, aumentando drasticamente a área suscetível às pistas de vento e de ondas.

Nos casos do Largo do Arapujá e Largo da Praia do Daniel, pode-se dizer que os banzeiros já ocorriam previamente à formação do reservatório.

Considerando-se que a diferença na área, nesses locais, foi apenas de 1% após a formação do Reservatório do Xingu, acredita-se não ter havido aumento significativo dos banzeiros a partir de então.

A comparação da rota de desvio mapeada com as rotas antigas, registradas previamente à construção do barramento, indica que o Largo da Taboca se tornou crítico à navegação com a formação do reservatório (**Figura 14.2.4 - 33**).

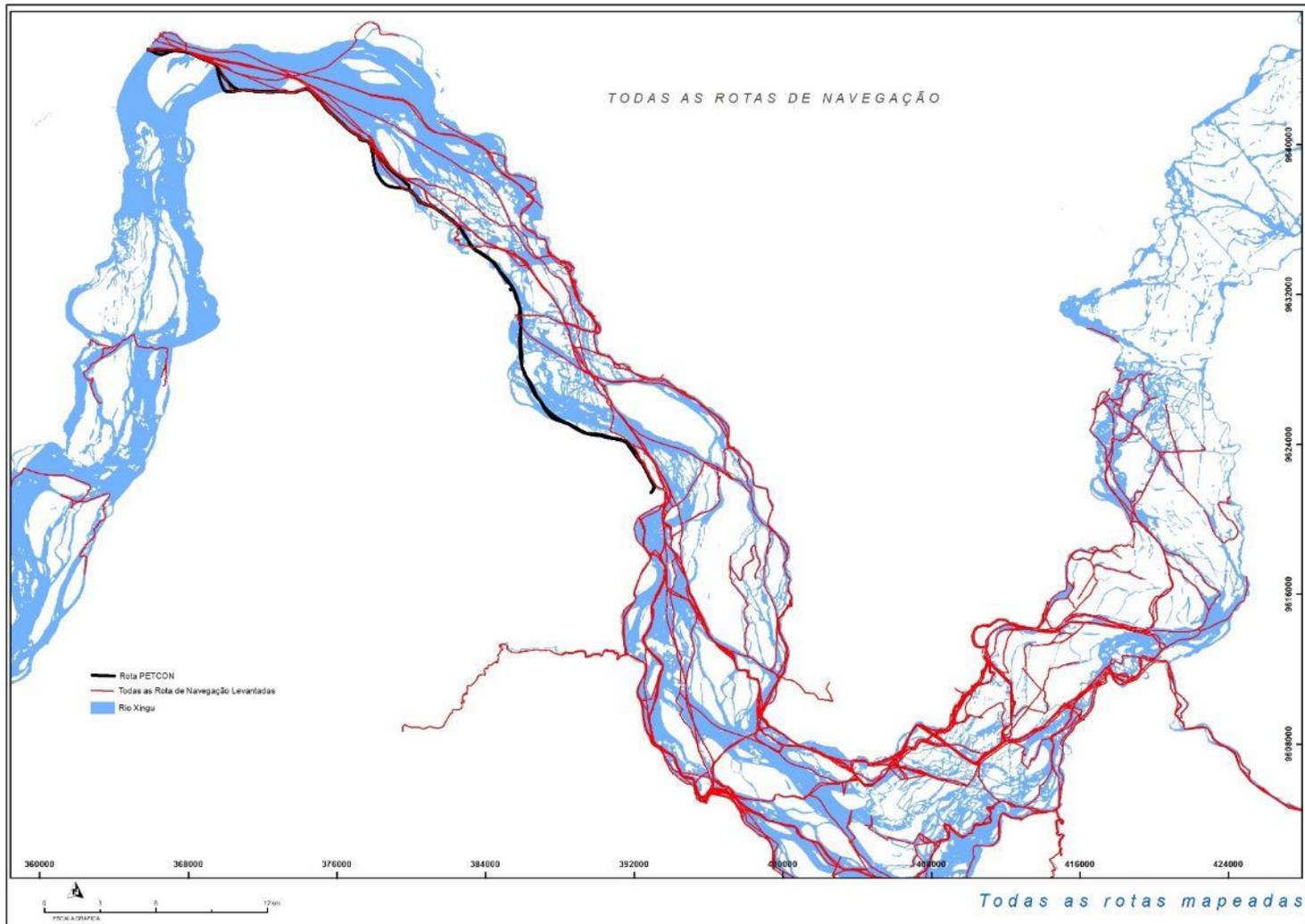


Figura 14.2.4 - 33 – Comparação entre a rota mapeada e aquelas mapeadas previamente à formação do reservatório.

Na **Figura 14.2.4 – 33** se pode observar a rota mapeada, na cor preta, que demonstra o deslocamento que vem sendo realizado pelas embarcações mais suscetíveis à ação de ventos e ondas, após a formação do Reservatório do Xingu, margeando sempre que possível à margem direita do reservatório no deslocamento entre Altamira e o Sítio de Pimental. As rotas mapeadas anteriormente estão representadas pela cor vermelha.

A rota mapeada coincide de Altamira à Ilha do Palhal, com algumas das rotas antigas, provavelmente mapeadas em caso de navegabilidade comprometida em função de ventos e ondas. Esta parte da rota era e continua sendo realizada por entre ilhas, cujas próprias topografia e vegetação funcionam como anteparo e resultam em uma diminuição do vento.

Nota-se uma grande quantidade de rotas realizadas pelo meio do reservatório, e não pelas margens, na região do Largo da Taboca. Isto era possível em função do grande número de ilhas vegetadas existentes ao longo do percurso, ou seja, essas rotas eram protegidas da ação de ondas e de ventos. Com a formação do reservatório, muitas ilhas tiveram que ser submetidas à supressão vegetal e a Ilha da Taboca, principal anteparo ao vento nessa região, foi suprimida. Nessa região, essa remoção gerou um aumento na suscetibilidade às pistas de vento e onda.

Com a modelagem realizada, se pode concluir, de uma forma geral, que as alturas significativas de ondas esperadas para o Reservatório do Xingu não deverão ultrapassar a casa dos 10 centímetros a partir de ventos oriundos do setor Norte-Leste, com maior nível de persistência ou reinância de ventos moderados (1 m/s a 2 m/s) originários, mais precisamente, de NE. Em contrapartida, ventos intensos (rajadas) são registrados na região no período de estudo, com ventos máximos (da ordem de 20 m/s) também oriundos do mesmo setor, que poderão gerar zonas críticas, com campos de energia da ordem de 1700 J/m<sup>2</sup> (Hs = 1,17 m).

Registrou-se um vento excepcional (extremo) no mesmo período de estudo de 50 m/s, que, atuando de NE, geraria campos de energia oito vezes superior (Hs = 3,30 m).

Em resposta à informação coletada nos questionários aplicados à população local e os resultados da modelagem, elaborou-se uma proposição de balizamento da rota utilizada em situações críticas de banzeiro. A maioria dos usuários consultados acredita que o sistema de balizamento atual ajuda bastante na navegação e que a implantação de um sistema de balizamento complementar aplicado à rota alternativa, utilizada em ocasiões de ventos e ondas intensas, deve ser considerada. Vale destacar que caso a aplicação da referida rota alternativa seja devidamente estabelecida e definida, uma avaliação específica será realizada, objetivando a constatação ou não que o uso da referida rota alternativa acarretará gastos adicionais de combustível para as embarcações que a utilizarem.

As boias foram definidas e posicionadas em conformidade com a NORMAM-17, da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN), de maneira intercalada a cada 750 m, com o intuito de aumentar a segurança dos navegantes. O

**Quadro 14.2.4 - 3** abaixo apresenta o posicionamento preliminar sugerido, embasando-se nos princípios da segurança e economicidade.

**Quadro 14.2. 4 - 3 – Balizas flutuantes propostas e respectivas coordenadas**

ID	CODIGO	DESCRIÇÃO	COORDENADAS			
			GEORÁFICAS (WGS84)		WGS84 - UTM - ZONA 22S	
			Latitude	Longitude	X	Y
1	BANBE-01	BOIA BORESTE	003° 12' 31.71" S	052° 12' 25.26" O	365888.46	9645247.34
2	BANBB-02	BOIA BOMBORDO	003° 12' 41.24" S	052° 12' 03.17" O	366570.80	9644955.45
3	BANBE-03	BOIA BORESTE	003° 12' 34.31" S	052° 11' 39.50" O	367301.28	9645169.30
4	BANBB-04	BOIA BOMBORDO	003° 12' 38.09" S	052° 11' 15.74" O	368034.82	9645054.04
5	BANBE-05	BOIA BORESTE	003° 12' 46.97" S	052° 10' 53.06" O	368734.96	9644782.14
6	BANBB-06	BOIA BOMBORDO	003° 12' 57.19" S	052° 10' 31.02" O	369415.84	9644469.01
7	BANBE-07	BOIA BORESTE	003° 13' 18.01" S	052° 10' 21.41" O	369713.27	9643830.14
8	BANBB-08	BOIA BOMBORDO	003° 13' 41.51" S	052° 10' 13.96" O	369944.01	9643108.74
9	BANBE-09	BOIA BORESTE	003° 13' 43.68" S	052° 09' 50.54" O	370667.05	9643042.86
10	BANBB-10	BOIA BOMBORDO	003° 13' 43.77" S	052° 09' 26.64" O	371404.79	9643040.98
11	BANBE-11	BOIA BORESTE	003° 13' 45.21" S	052° 09' 02.14" O	372161.05	9642997.52
12	BANBB-12	BOIA BOMBORDO	003° 13' 45.20" S	052° 08' 38.18" O	372900.58	9642998.71
13	BANBE-13	BOIA BORESTE	003° 13' 46.83" S	052° 08' 13.79" O	373653.62	9642949.43
14	BANBB-14	BOIA BOMBORDO	003° 13' 41.09" S	052° 07' 50.83" O	374361.89	9643126.35
15	BANBE-15	BOIA BORESTE	003° 13' 54.35" S	052° 07' 31.42" O	374961.54	9642720.10
16	BANBB-16	BOIA BOMBORDO	003° 14' 13.79" S	052° 07' 16.36" O	375426.98	9642123.42
17	BANBE-17	BOIA BORESTE	003° 14' 30.06" S	052° 06' 58.50" O	375978.89	9641624.55
18	BANBB-18	BOIA BOMBORDO	003° 14' 47.54" S	052° 06' 41.23" O	376512.40	9641088.10
19	BANBE-19	BOIA BORESTE	003° 15' 00.49" S	052° 06' 20.77" O	377144.48	9640691.35
20	BANBB-20	BOIA BOMBORDO	003° 15' 12.75" S	052° 06' 02.14" O	377719.90	9640315.40
21	BANBE-21	BOIA BORESTE	003° 15' 34.23" S	052° 05' 53.92" O	377974.48	9639656.12
23	BANBE-23	BOIA BORESTE	003° 16' 19.72" S	052° 05' 38.88" O	378440.27	9638259.66
24	BANBB-22	BOIA BOMBORDO	003° 15' 59.06" S	052° 05' 50.58" O	378078.21	9638893.61
25	BANBE-25	BOIA BORESTE	003° 16' 34.91" S	052° 04' 54.49" O	379810.86	9637794.68
26	BANBB-24	BOIA BOMBORDO	003° 16' 32.23" S	052° 05' 18.85" O	379058.73	9637875.92
27	BANBE-27	BOIA BORESTE	003° 17' 02.18" S	052° 04' 16.58" O	380981.68	9636958.35
28	BANBB-26	BOIA BOMBORDO	003° 16' 50.56" S	052° 04' 36.52" O	380365.79	9637314.57
29	BANBE-29	BOIA BORESTE	003° 17' 29.02" S	052° 03' 36.26" O	382227.21	9636135.50
30	BANBB-28	BOIA BOMBORDO	003° 17' 15.26" S	052° 03' 56.20" O	381611.05	9636557.20
31	BANBE-31	BOIA BORESTE	003° 18' 06.71" S	052° 03' 06.47" O	383147.69	9634978.91
32	BANBB-30	BOIA BOMBORDO	003° 17' 46.18" S	052° 03' 18.90" O	382763.46	9635609.02
33	BANBE-33	BOIA BORESTE	003° 18' 37.06" S	052° 02' 29.41" O	384292.64	9634048.33
34	BANBB-32	BOIA BOMBORDO	003° 18' 24.04" S	052° 02' 49.87" O	383660.72	9634447.41
35	BANBE-35	BOIA BORESTE	003° 19' 14.99" S	052° 01' 59.85" O	385206.18	9632884.46
36	BANBB-34	BOIA BOMBORDO	003° 18' 55.84" S	052° 02' 14.17" O	384763.60	9633471.94
37	BANBE-37	BOIA BORESTE	003° 19' 57.81" S	052° 01' 38.28" O	385873.26	9631570.02

ID	CODIGO	DESCRIÇÃO	COORDENADAS			
			GEORÁFICAS (WGS84)		WGS84 - UTM - ZONA 22S	
			Latitude	Longitude	X	Y
38	BANBB-36	BOIA BOMBORDO	003° 19' 35.74" S	052° 01' 47.51" O	385587.47	9632247.42
39	BANBE-39	BOIA BORESTE	003° 20' 46.43" S	052° 01' 36.63" O	385925.49	9630077.07
40	BANBB-38	BOIA BOMBORDO	003° 20' 22.74" S	052° 01' 37.14" O	385909.25	9630804.57
41	BANBE-41	BOIA BORESTE	003° 21' 34.95" S	052° 01' 33.96" O	386009.50	9628587.21
42	BANBB-40	BOIA BOMBORDO	003° 21' 11.53" S	052° 01' 36.74" O	385923.04	9629306.36
43	BANBE-43	BOIA BORESTE	003° 22' 19.49" S	052° 01' 16.31" O	386555.82	9627219.84
44	BANBB-42	BOIA BOMBORDO	003° 21' 58.34" S	052° 01' 27.59" O	386206.89	9627869.12
45	BANBE-45	BOIA BORESTE	003° 22' 59.97" S	052° 00' 49.60" O	387381.31	9625977.70
46	BANBB-44	BOIA BOMBORDO	003° 22' 41.63" S	052° 01' 05.22" O	386898.84	9626540.35
47	BANBE-47	BOIA BORESTE	003° 23' 25.22" S	052° 00' 08.45" O	388651.97	9625203.64
47	BANBB-48	BOIA BOMBORDO	003° 23' 37.77" S	051° 59' 47.58" O	389296.53	9624819.00
48	BANBB-46	BOIA BOMBORDO	003° 23' 15.61" S	052° 00' 30.82" O	387961.57	9625498.12
49	BANBE-49	BOIA BORESTE	003° 23' 41.39" S	051° 59' 23.67" O	390034.56	9624708.51
50	BANBB-50	BOIA BOMBORDO	003° 23' 46.67" S	051° 59' 00.15" O	390760.55	9624547.17
51	BANBE-51	BOIA BORESTE	003° 23' 52.52" S	051° 58' 36.48" O	391491.23	9624368.37
52	BANBB-52	BOIA BOMBORDO	003° 24' 10.65" S	051° 58' 20.12" O	391996.57	9623811.89
53	BANBE-53	BOIA BORESTE	003° 24' 30.76" S	051° 58' 07.00" O	392402.02	9623194.90
54	BANBB-54	BOIA BOMBORDO	003° 24' 52.65" S	051° 57' 55.34" O	392762.45	9622523.10
55	BANBE-55	BOIA BORESTE	003° 25' 13.51" S	051° 57' 43.80" O	393119.45	9621882.73

#### 14.2.4.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS/METAS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO

O quadro de atendimento aos objetivos/metasp do Projeto é apresentado na sequênciap.

14.2.4 - ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS E METAS DO PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA INFRAESTRUTURA FLUVIAL

OBJETIVOS / METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Garantir aos usuários do sistema de transporte fluvial, durante a construção do empreendimento e em sua operação, condições satisfatórias para o escoamento da produção e o deslocamento da população por via fluvial.</p>	<p>Em atendimento. Os resultados dos monitoramentos realizados no âmbito dos projetos componentes do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu identificam que não há até o momento alterações na dinâmica de escoamento da produção e deslocamento da população por via fluvial. As análises seguirão em curso e as medidas cabíveis serão tomadas, se necessário.</p>
<p>Manutenção das condições de navegabilidade no TVR, incluindo o rio Bacajá e afluentes da região da Volta grande do rio Xingu;</p>	<p>Em atendimento. No caso específico do rio Bacajá, estudos de viabilidade técnico-econômica e ambiental para fundamentar, com maior propriedade, a necessidade de intervenções estão em andamento, ou se deverá ser mantida a rotina anual de implantação, no período de estiagem, do Plano de Apoio à Navegação, com medidas de orientação aos usuários e apoio a estes e às embarcações, a exemplo do que já foi feito em 2015 e 2016, e já previsto para ter continuidade em 2017.</p>
<p>Proposição de medidas complementares de garantia de navegabilidade para a população da Volta grande, se necessário.</p>	<p>Em atendimento. Medidas serão propostas a partir dos resultados dos monitoramentos e ações em curso.</p>

#### 14.2.4.4. ATIVIDADES PREVISTAS

As atividades previstas no PBA no âmbito do Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial continuarão a ser desenvolvidas sem alterações de cronograma.

A proposição e implementação de medidas, caso necessárias para o melhoramento do funcionamento do sistema de transporte fluvial e dos locais críticos à navegação que tenham alterado significativamente o tráfego de embarcações, serão embasadas na análise integrada dos resultados e dados obtidos de todos os quatro projetos que estão inseridos no Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e das Condições de Vida (Programa 14.2.).

Importante destacar que no primeiro semestre de 2017 serão executadas ações de comunicação e de campo junto aos barqueiros e usuários de embarcações que trafegam pelo Reservatório do Xingu, objetivando a verificação e melhorias nas condições de navegação nesta região. No **item 14.2.4.6** do presente Relatório Consolidado são detalhadas as referidas atividades que serão realizadas.

Adicionalmente, será reeditada a campanha de campo característica do Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade, nos meses de setembro e outubro de 2017, para acompanhamento das condições de navegabilidade na região do TVR, conforme a mesma metodologia apresentada no presente Relatório. Tal atividade estará integrada com a atividade de medição da largura e profundidade em trechos críticos para navegação previstos no Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR (PBA 11.3.1), que também ocorrerá no mesmo período.

Conforme informado ao longo do presente Relatório, em função do sucesso do uso do sistema de transposição provisório no Canal da Percata no período de estiagem nas duas campanhas anteriores, a Norte Energia avaliará a possibilidade da manutenção e continuidade desta ação ao longo dos próximos anos de operação da UHE Belo Monte em substituição à realização das intervenções de engenharia que ainda estão em fase de consolidação de estudos de viabilidade técnico-econômica e ambiental. Para isto, a execução da próxima campanha do Plano de Ação, programada para ocorrer em 2017, será importante, já que se avaliarão, comparativamente, seus resultados com os das campanhas anteriores (2015 e 2016). Além disso, o uso do sistema de transposição provisório começa a ganhar uma rotina anual de uso pelas embarcações que trafegam no Canal da Percata, com uma avaliação positiva dos seus usuários. Ressalta-se que, desta forma, com a continuidade desta ação, os impactos que podem ser causados pontualmente na região, com a implantação de intervenções de engenharia, poderão ser evitados. Portanto, uma avaliação futura da relação custo benefício das duas ações relatadas deverá ser feita para se consolidar e definir a melhor medida a ser adotada na região do Canal da Percata, levando-se em consideração o cronograma do próprio Projeto 14.2.4.

#### 14.2.4.5. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

O Cronograma das Atividades Previstas apresentado abaixo para a continuidade do Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial é apresentado a seguir.

Ressalta-se que foi feita uma adequação na periodicidade das atividades de “Análise e acompanhamento dos projetos de sinalização e alerta na obra” e “Comunicado e informativo aos usuários e operadores do sistema de transporte fluvial das eventuais restrições e cuidados a serem tomados”, com o prolongamento das mesmas para serem executadas por todo o ano de 2017. Após este período, será feita uma nova reavaliação para se verificar a necessidade ou não da continuidade das mesmas, em consonância com as atividades que se estendem por mais tempo.

Atividades / Produtos

Início enchimento Reservatório Xingu  
 Início enchimento Res. Intermédio  
 e operação da UG CF  
 Complementar  
 Operação da UG CF Principal  
 Operação da UG CF Complementar  
 Operação da UG CF Principal

Item	Descrição	2015		2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025			
		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	T3	T4	T1	T2	T3	T4																												
<b>CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO</b>																																											
	<b>14.2.4 - Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial</b>																																										
1	Discussão das propostas de recomposição da infraestrutura afetada e as restrições de navegação com a população e organismos representativos do Poder Público.																																										
2	Análise e acompanhamento dos projetos de sinalização e alerta na obra.																																										
3	Comunicado e informativo aos usuários e operadores do sistema de transporte fluvial das eventuais restrições e cuidados a serem tomados.																																										
4	Proposição e implementação de medidas, subsidiadas pelos resultados dos Projetos de Monitoramento do Dispositivo de Transposição e da Navegabilidade, melhorias para o funcionamento do sistema, locais críticos no que tange alterações no tráfego de embarcações.																																										
5	Produção de Relatórios																																										

Nota: O cronograma apresentado se estende apenas até a validade da LO 1317/2015

#### 14.2.4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades inerentes ao Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial se desenvolveram a contento durante o segundo semestre de 2016, garantindo o atendimento dos objetivos e metas preconizados no PBA, no que se refere ao tema de navegabilidade no TVR.

Especificamente no tocante ao Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade realizado durante os meses de setembro e outubro de 2016, as atividades realizadas mostraram-se satisfatórias para atender às demandas de navegabilidade nos pontos de atenção nas rotas de navegação e apoiar os usuários e as embarcações que navegam ao longo da Volta Grande do Xingu.

O Canal da Percata, no rio Bacajá, se configura como o ponto de maior atenção à navegação e que demanda maior número de apoio aos usuários, seguido da corredeira Kaituká. Ao todo, a execução do Plano de Ação em 2016 atendeu a um total de 2.788 usuários em um período de 61 (sessenta e um) dias.

Uma nova campanha do Plano de Ação para Atendimento das Demandas de Navegabilidade foi estabelecida para o próximo período de estiagem (setembro e outubro de 2017), que poderá se tornar rotineira nos próximos anos, caso a análise comparativa dos resultados de todas as campanhas realizadas consolide sua eficiência e sua receptividade positiva junto aos usuários e embarcações que trafegam na região da Volta Grande.

Por fim, o estudo de ondas geradas pelo vento no Reservatório do Xingu, por sua vez, permitiu identificar que a região conhecida como Largo da Taboca apresenta, após o enchimento do reservatório, maior formação de ondas que podem dificultar a navegação na região, especialmente para as embarcações de menor porte e com motores menos potentes.

Em função desta premissa, apresenta-se uma proposição de realização de atividades de comunicação junto às comunidades que navegam no trecho de Altamira até a região da Volta Grande, com apresentação de mapas das rotas de navegação mais adequadas a serem utilizadas, orientações de navegação e esclarecimentos junto aos usuários e proprietários de embarcações sobre os efeitos do vento na geração de ondas no reservatório.

Adicionalmente, uma segunda ação que a Norte Energia está pondo em prática, mais precisamente na primeira quinzena de fevereiro de 2017, é a realização de atividades de campo junto aos usuários e proprietários das embarcações que trafegam pelo Reservatório do Xingu, para verificação *in loco* das condições de navegação nos pontos por eles indicados como de difícil transposição. Esta atividade de campo será fundamental para que sejam constatadas, com maior acurácia e detalhe, as dificuldades que os barqueiros afirmam enfrentar para a navegação. Além disso, tal ação será feita de forma conjunta, estabelecendo uma integração maior entre a equipe

técnica da Norte Energia com os barqueiros e usuários do rio Xingu, facilitando a definição e implantação de medidas mitigadoras relacionadas ao tema em questão (componente “navegabilidade”).

Por fim, destaca-se que a partir dos resultados obtidos durante a execução das referidas atividades de comunicação e de campo relatadas acima, poderá ser necessária a proposição de adequação da sinalização já existente ou até mesmo uma nova sinalização de rota de navegação a ser delineada, com vistas a proporcionar maior segurança aos navegantes.

#### 14.2.4.7. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Cristiane Peixoto Vieira	Engenheira Civil, MSc.	Gerente de Meio Ambiente	CREA/MG 57.945/D	2.010.648
Alexandre Luiz Canhoto de Azeredo	Geólogo	Coordenador Meio Físico	CREA/RJ 100.015/4-D	567.608
Viviane Pinto Ferreira Magalhães	Engenheira Civil, Dr <sup>a</sup>	Análise e interpretação de dados	CREA/MG 94.502/D	5.883.844
Francisco Martins de Almeida Rollo	Gestor Ambiental, MSc.	Coordenador do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu	-	4879238
Petrônio Sá Benevides Magalhães	Engenheiro Civil	Consultor responsável pelo Estudo de Ondas Geradas pelo Vento	CREA/CE 748/D	
Francisco Ribeiro	Técnico em Informática	Banco de Dados	-	-
Luciano Ferraz Andrade	Geógrafo	Geoprocessamento e design gráfico	CREA/MG 164.360/D	5.552.542

#### 14.2.4.8. ANEXOS

**Anexo 14.2.4 - 1 – Planilhas de dados de vento separados por estação meteorológica**

**Anexo 14.2.4 - 2 – Rosa dos ventos da estação Altamira e frequência dos ventos**

**Anexo 14.2.4 - 3 – Rosa dos ventos da estação Belo Monte e frequência dos ventos**

**Anexo 14.2.4 - 4 – Rosa dos ventos da estação Pimental e frequência dos ventos**

**Anexo 14.2.4 - 5 – Rosa dos ventos das três estações e frequência dos ventos para o período inteiro da análise**

**Anexo 14.2.4 - 6 – Mapas de pistas de onda referente ao quadrante crítico (N-E)**

**Anexo 14.2.4 - 7 – Mapas das alturas significativas de ondas**

**Anexo 14.2.4 - 8 – Referências Bibliográficas**