

II.6.1.1 METEOROLOGIA E OCEANOGRAFIA

II.6.1.1.1 METEOROLOGIA

Solicitação/Questionamento 1: “Nas informações prestadas no item *II.6.1.1.1.1 Introdução*, assim como na Tabela *II.6.1.1.1.1-1*, a única maneira de caracterizar os ventos na região seria através de dados das Reanálises II do NCEP, todavia, no item *II.6.1.1.1.3.7. Ventos* são apresentados rosas dos ventos, stickplots, e uma estatística para os dados do ponto de grade mais próximo dos blocos de reanálise e, para a comparação dos dados observados apenas uma estatística básica para os dados de vento da estação meteorológica da estação automática do INMET no Oiapoque (AP). Solicita-se mais dados para a comparação dessa variável meteorológica com os dados das Reanálises II do NCEP, como a apresentação de rosas dos ventos mensais para os dados das estações meteorológicas utilizadas no diagnóstico apresentado. Dados de outras estações como a de Soure (AP) poderiam ser melhor aproveitados no estudo.”

Resposta: Conforme sugerido, para atender à solicitação foram elaboradas rosas mensais de ventos para as estações do INMET de Oiapoque-AP (localizada a ~200 km dos blocos) e Tartarugalzinho-AP (localizada a ~370 km dos blocos), para o período entre janeiro de 2013 e dezembro de 2014. Dentre as estações meteorológicas citadas no diagnóstico, essas foram escolhidas por serem as mais próximas dos blocos da Bacia da Foz do Amazonas. Entende-se que a utilização dos dados da estação de Soure-PA não seja adequada, uma vez que essa estação se encontra a aproximadamente 620 km de distância dos blocos.

Vale destacar, porém, que os dados das estações do INMET representam ventos da região costeira, que sofrem influência continental, o que impede comparações mais diretas com os ventos em região oceânica, como os do NCEP apresentados. A localização do ponto de grade do NCEP utilizado, bem como das estações de Oiapoque e Tartarugalzinho podem ser verificadas na **FIGURA 1**.

A seguir, da **FIGURA 2** à **FIGURA 7**, são apresentadas as rosas mensais elaboradas a partir dos dados das duas estações meteorológicas supracitadas e dos dados do NCEP.

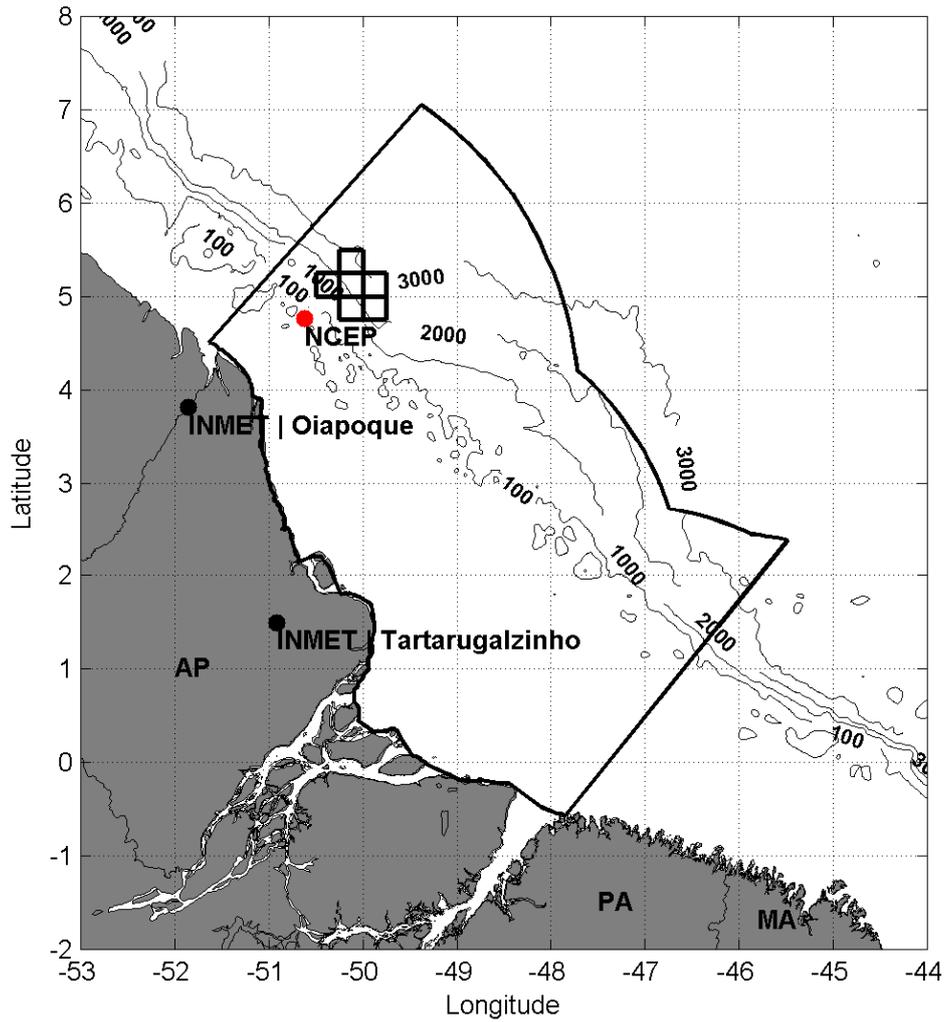


FIGURA 1: Localização do ponto de grade do NCEP e das estações do INMET utilizadas na caracterização do regime de ventos.

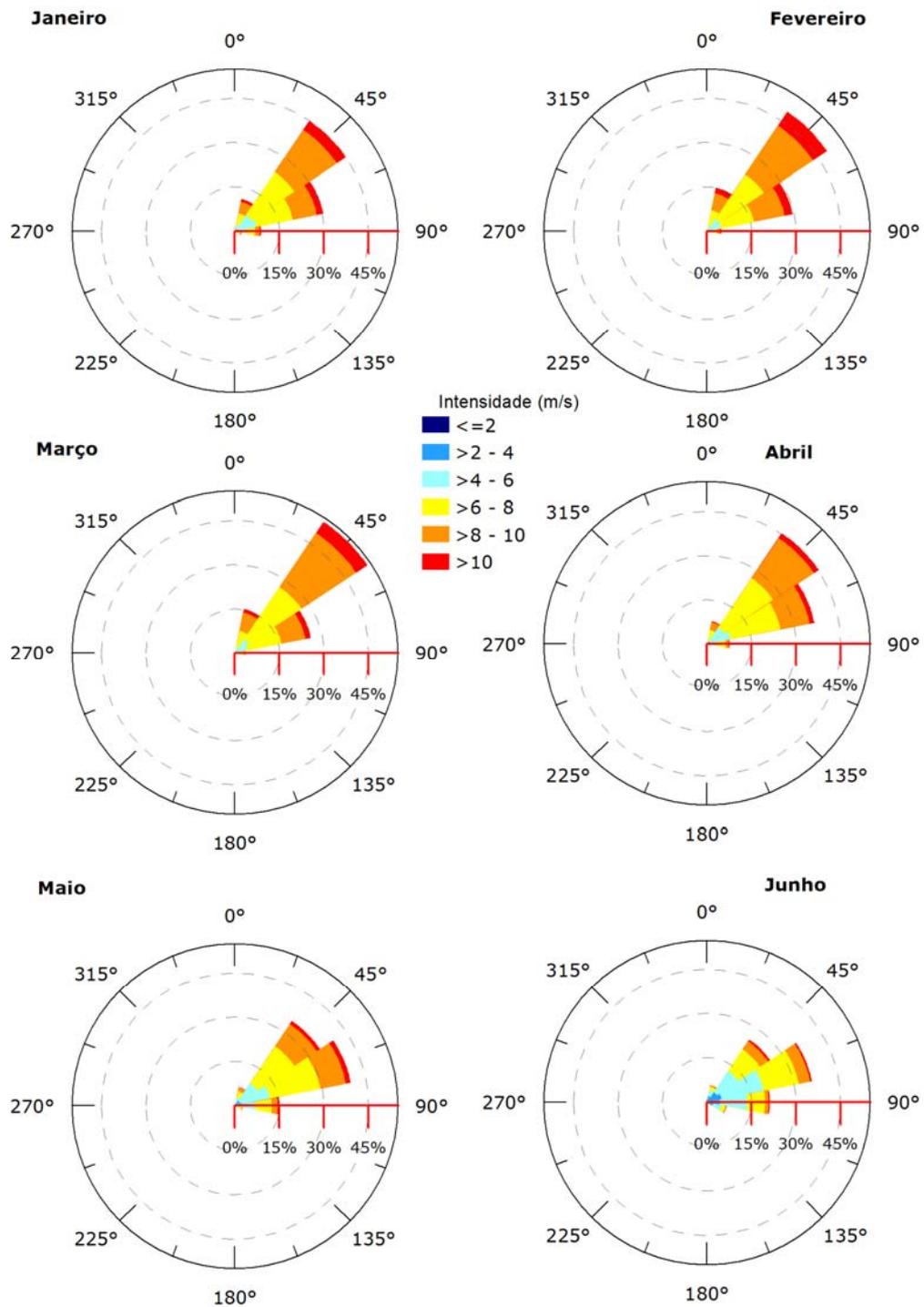


FIGURA 2: Rosa dos ventos elaborada com os dados da estação do NCEP para os meses de Janeiro a Junho.

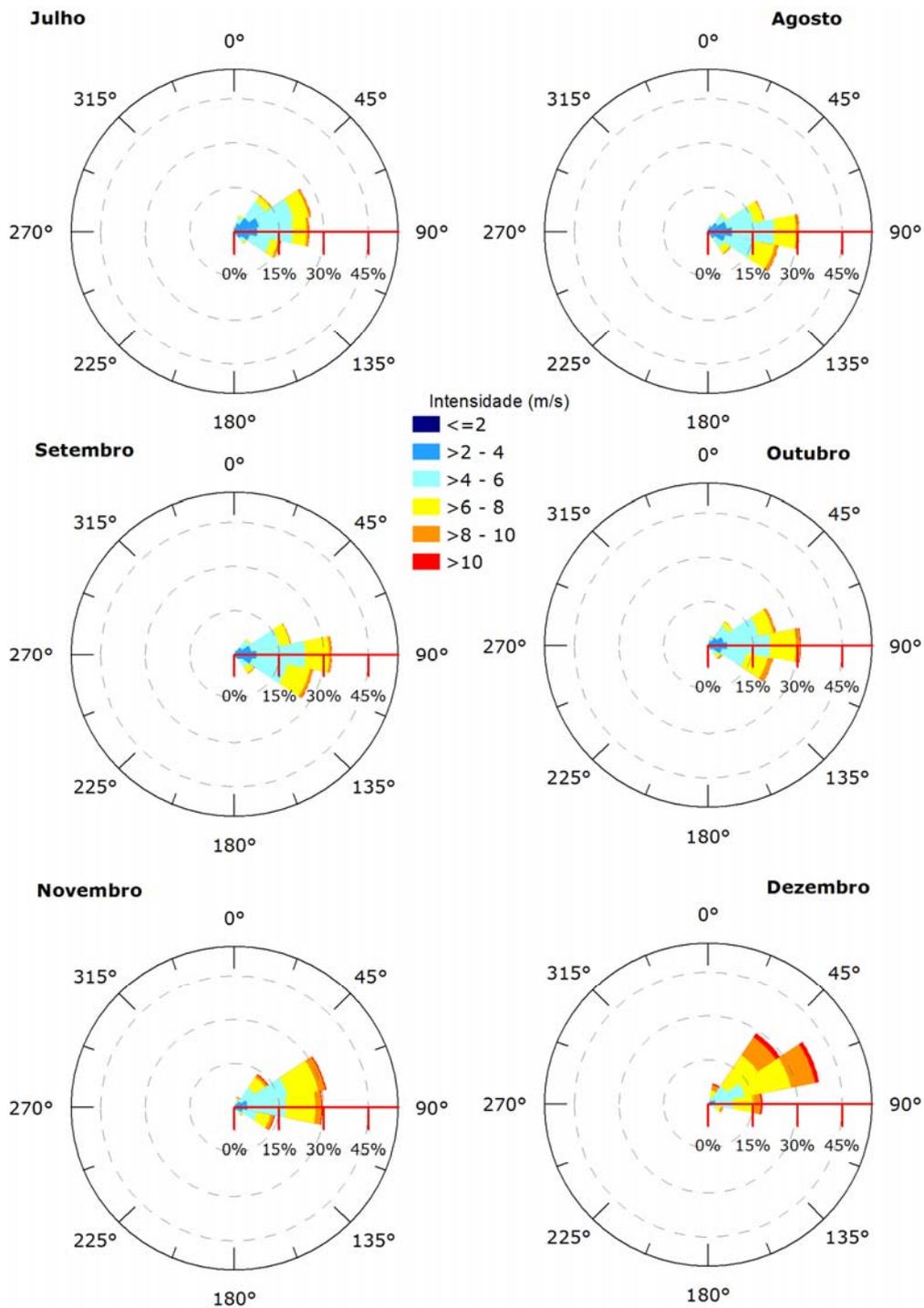


FIGURA 3: Rosa dos ventos elaborada com os dados da estação do NCEP para os meses de Julho a Dezembro.

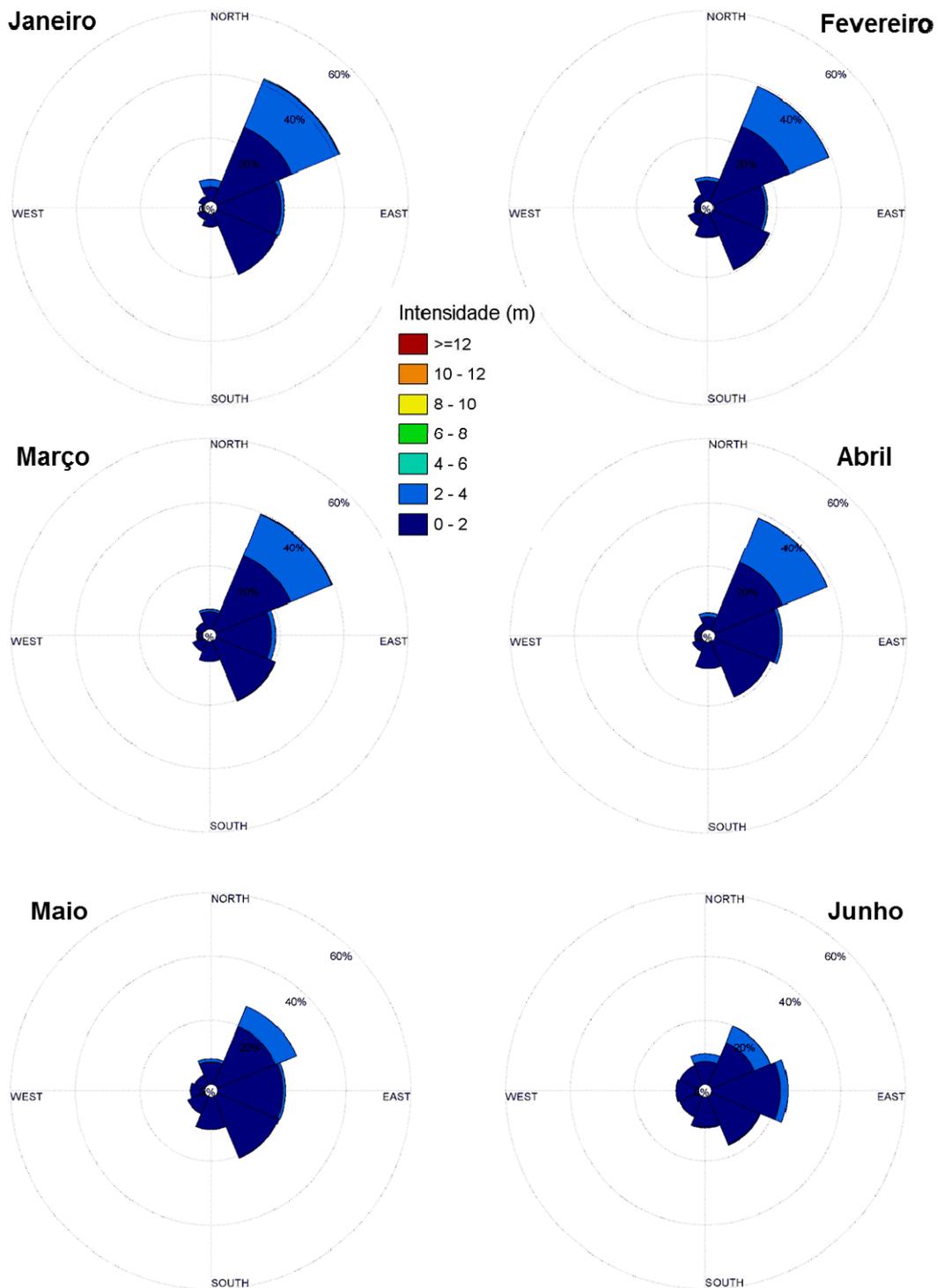


FIGURA 4: Rosa dos ventos elaborada com os dados da estação do INMET de Oiapoque-AP para os meses de Janeiro a Junho.

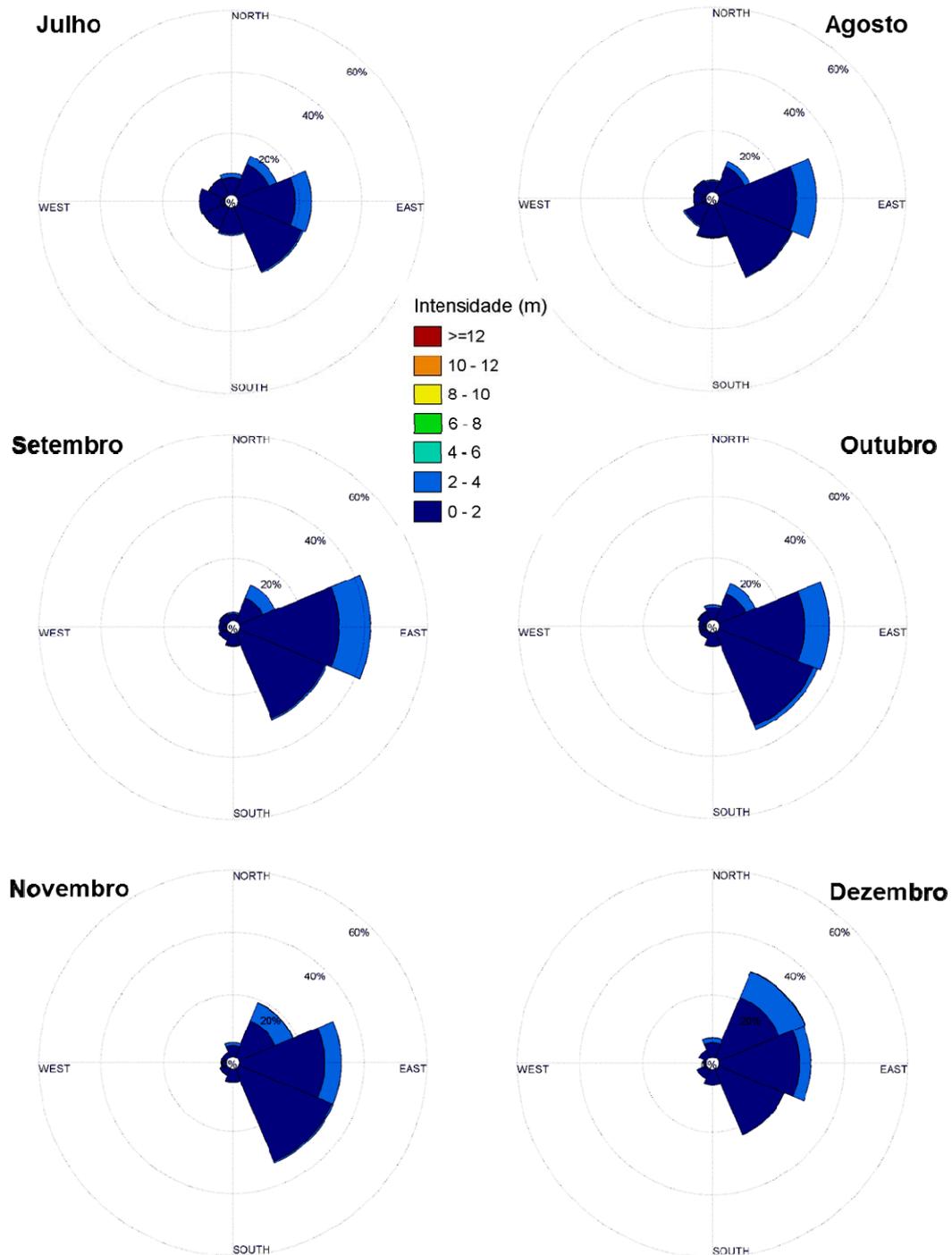


FIGURA 5: Rosa dos ventos elaborada com os dados da estação do INMET de Oiapoque-AP para os meses de Julho a Dezembro.

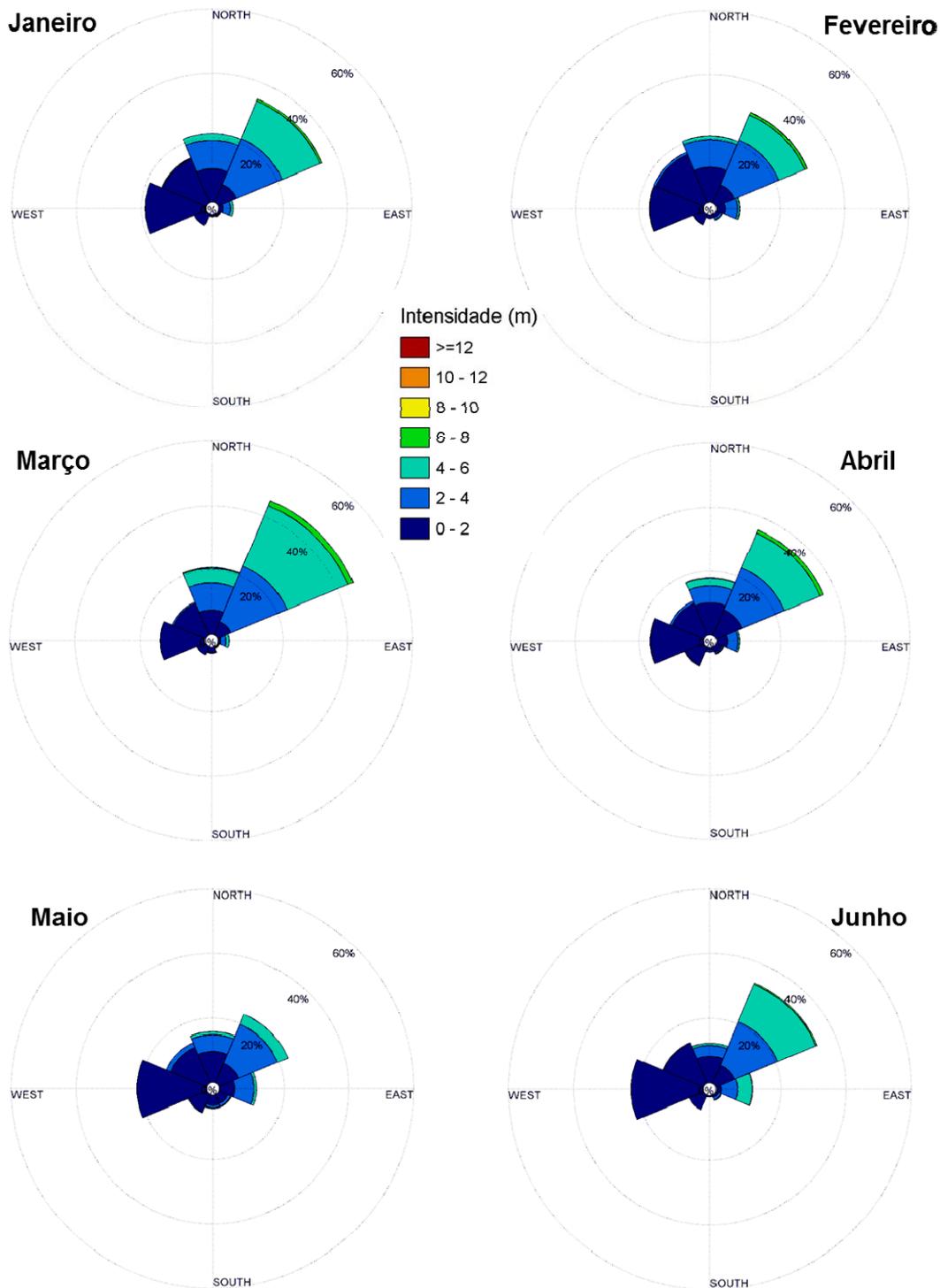


FIGURA 6: Rosa dos ventos elaborada com os dados da estação do INMET de Tartarugalzinho-AP para os meses de Janeiro a Junho.

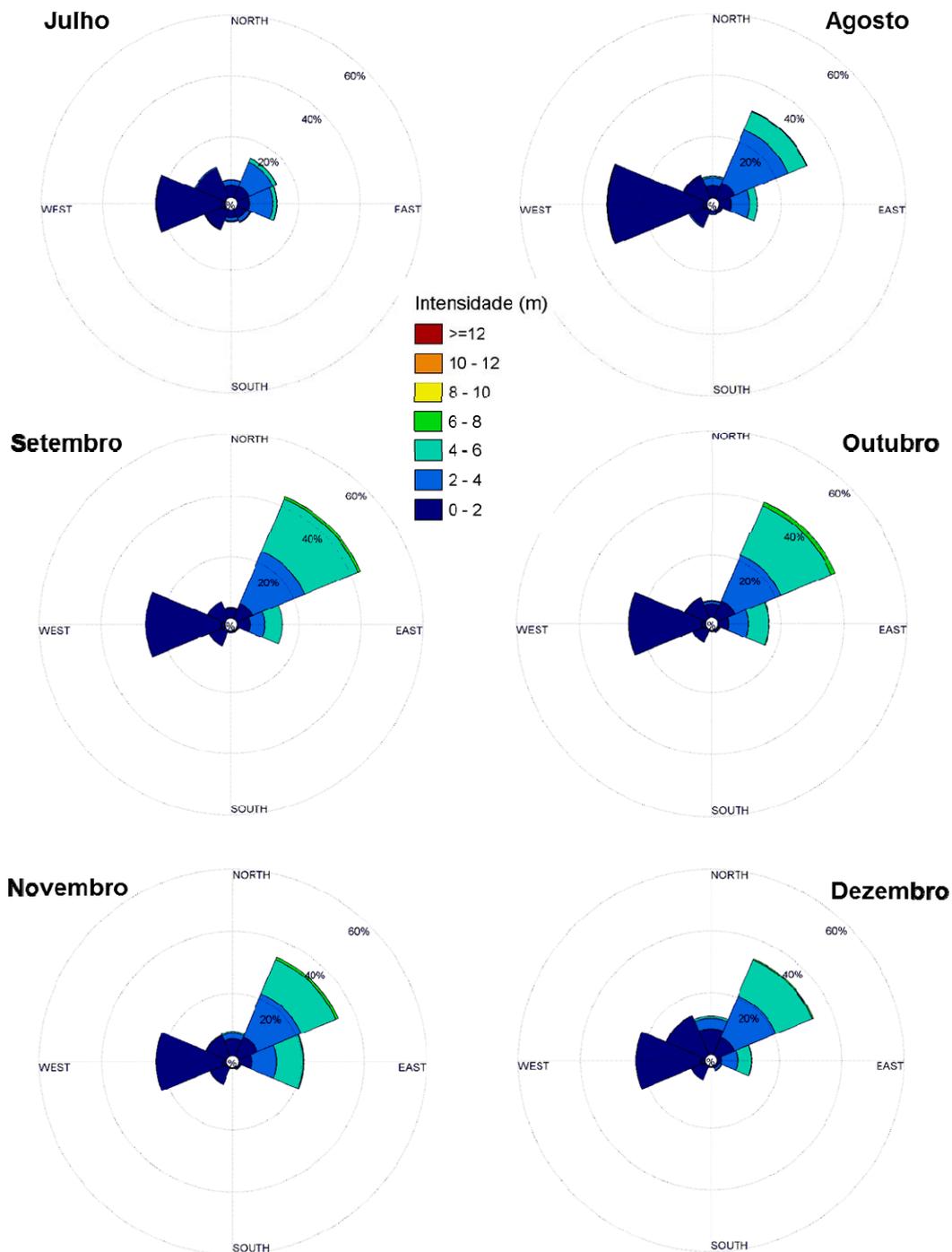


FIGURA 7: Rosa dos ventos elaborada com os dados da estação do INMET de Tartarugalzinho-AP para os meses de Julho a Dezembro.

Como pode ser visto nas **Figuras 2 a 5**, os ventos do NCEP e da estação de Oiapoque apresentam direção predominante de nordeste entre janeiro e junho, e de leste entre julho e dezembro. Na estação de Oiapoque, no segundo semestre, também são verificados ventos de sudeste.

Na estação de Tartarugalzinho há uma mudança no padrão de ventos. Predominam ventos de nordeste ao longo de todo o ano, com ocorrência também de ventos de oeste de baixa intensidade (menor que 2 m/s), gerados pelo efeito de brisa.

Destaca-se a diferença de intensidade entre os ventos na região oceânica (NCEP) e os ventos da região costeira (estações do INMET), onde as intensidades típicas dos ventos nas estações do INMET não passam de 6 m/s, enquanto que nos dados do NCEP os ventos com intensidades superiores a 5,5 m/s representam mais de 60% das ocorrências.

Já as diferenças observadas entre as estações do INMET de Oiapoque e Tartarugalzinho podem ser explicadas pela diferença de posicionamento das estações, fazendo com que estas tenham ventos relacionados a diferentes fases da ZCIT. Aspectos locais como distância da linha de costa e relevo das áreas adjacentes também podem contribuir para diferenças significativas no regime de ventos medidos em terra.

Solicitação/Questionamento 2: “Em algumas passagens do estudo, principalmente nas considerações finais e identificação da sazonalidade, foi usada como justificativa para o retardamento observado no comportamento de parâmetros meteorológicos, como vento e precipitação, a diferença de latitude entre o ponto de grade escolhido e a estação meteorológica do Macapá (AP), levando em conta o movimento da ZCIT. Todavia, há outras estações automáticas na região, em latitudes mais próximas à do ponto de grade do NCEP, como Oiapoque (AP) e Tartarugalzinho (AP) com algum dado de vento e precipitação que traria mais qualidade a comparação feita. Solicita-se maior atenção para essa análise.”

Resposta: Para atender a esta solicitação, foram inseridos os dados da estação meteorológica do INMET de Tartarugalzinho-AP, para o período compreendido entre janeiro de 2013 e dezembro de 2014. Ressalta-se que os dados horários da estação do INMET de Oiapoque-AP já foram apresentados no estudo, e que devido a sua posição latitudinal, apresentam comportamento intermediário entre a estação de Macapá-AP e a região dos blocos analisados.

Em Tartarugalzinho, a precipitação acumulada mensal (**FIGURA 10**) apresentou maiores valores entre dezembro e fevereiro, com valores mais baixos nos outros meses do ano. Devido a sua localização, a precipitação em Oiapoque-AP tem comportamento mais próximo ao observado nos dados do NCEP quando comparada às outras estações, onde há uma tendência de aumento das precipitações entre abril e agosto, embora fevereiro e dezembro tenham sido os meses com maior precipitação no período analisado.

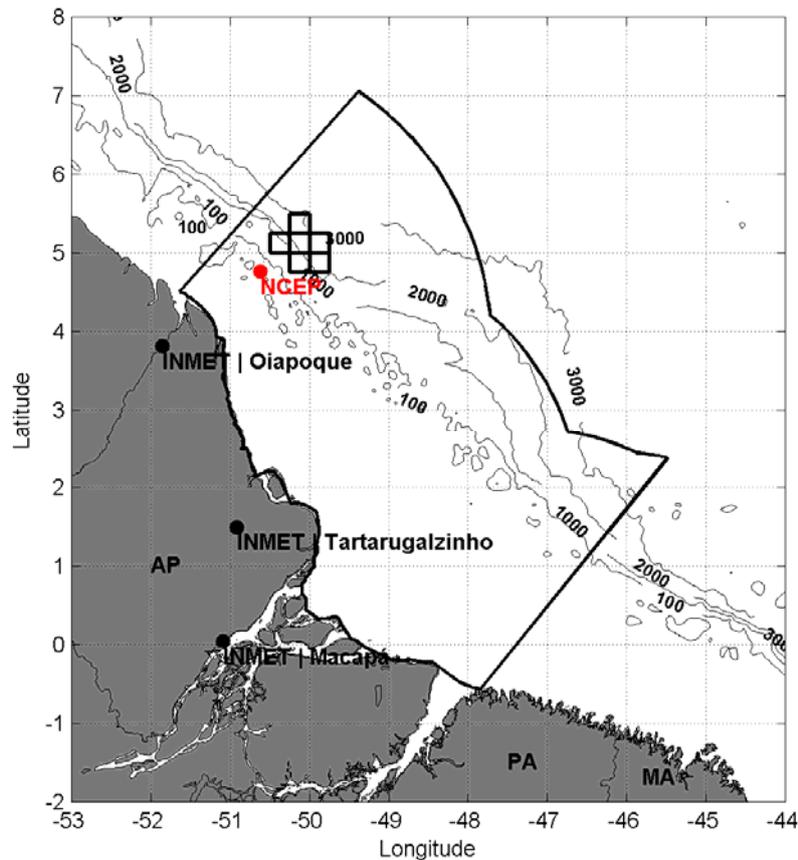


FIGURA 8: Localização do ponto de grade do NCEP e das estações do INMET utilizadas na caracterização da precipitação.

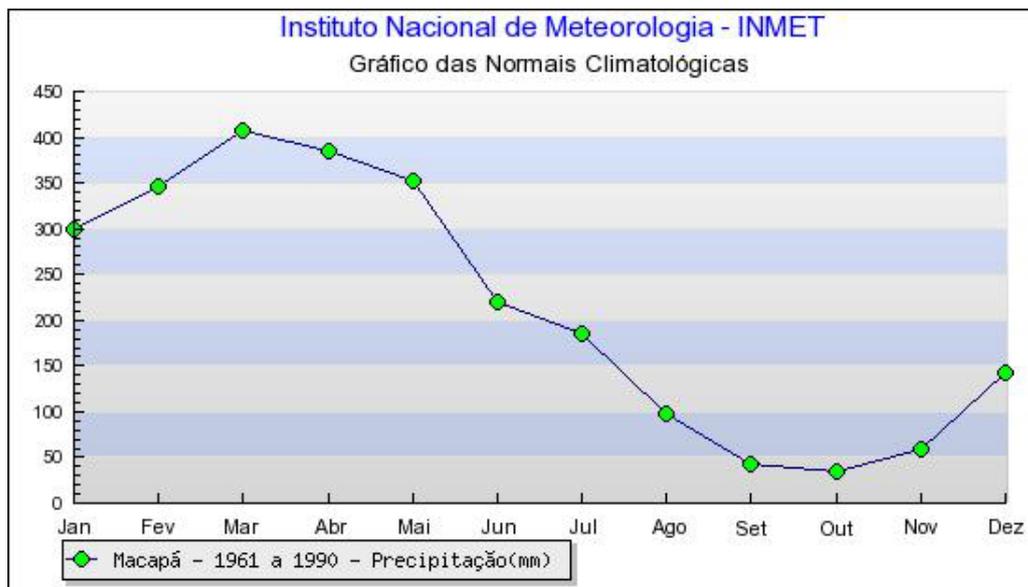


FIGURA 9: Precipitação acumulada mensal (mm) na estação de Macapá (AP). Médias mensais para o período entre 1961 e 1990. Fonte: INMET.

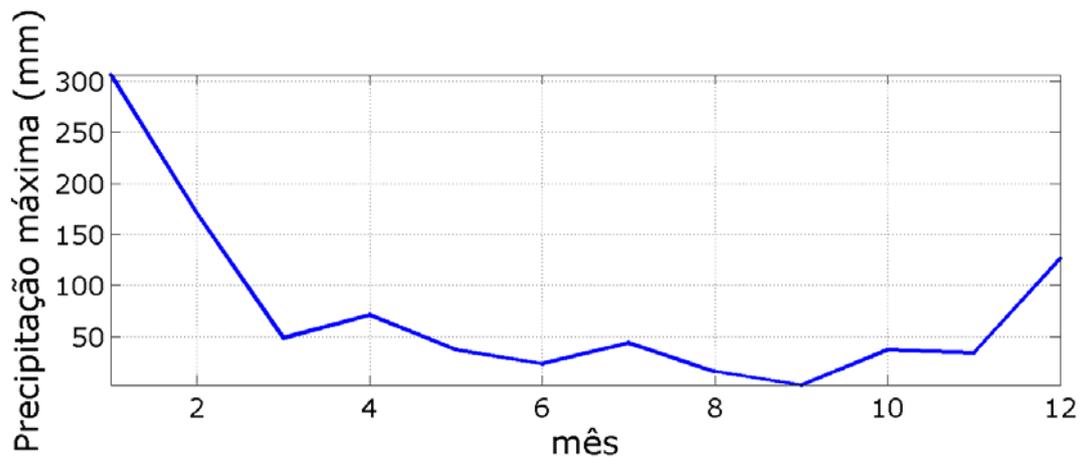


FIGURA 10: Precipitação acumulada mensal (mm) na estação de Tartarugalzinho (AP). Médias mensais para o período entre janeiro de 2013 e dezembro de 2014. Fonte: INMET.

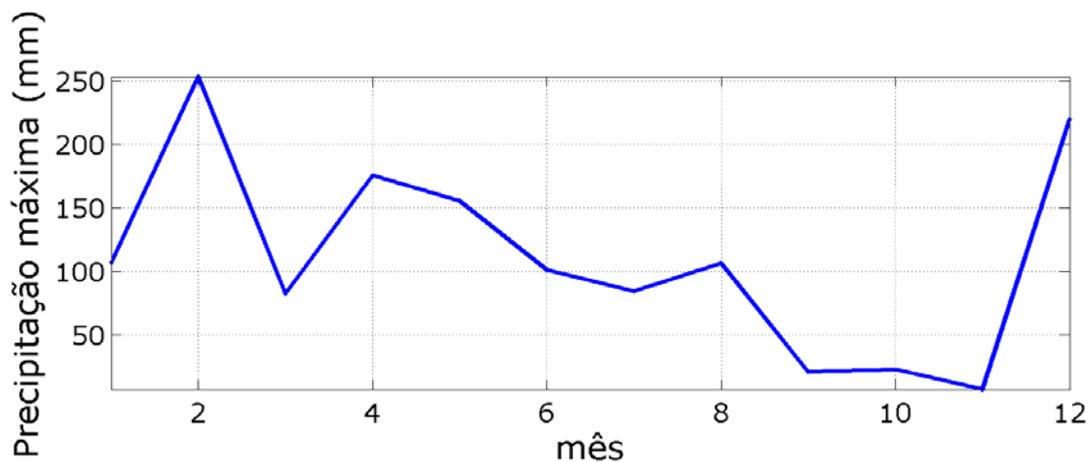


FIGURA 11: Precipitação acumulada mensal (mm) na estação de Oiapoque-AP. Médias mensais para o período entre janeiro de 2013 e dezembro de 2014. Fonte: INMET.

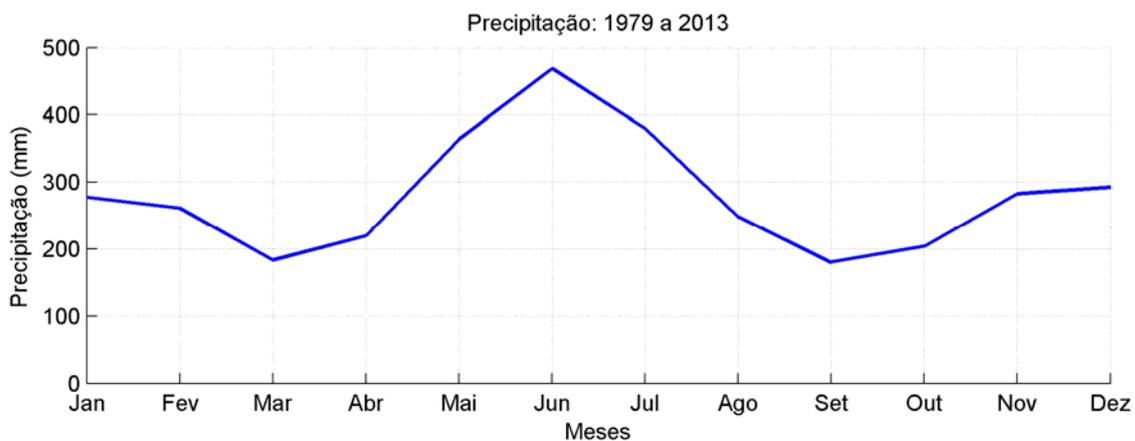


FIGURA 12: Precipitação acumulada mensal (mm), elaborada com todo o conjunto de dados do NCEP (34 anos), do ponto de grade mais próximo aos blocos.

A apresentação dos dados de precipitação das três estações meteorológicas (Macapá, Tartarugalzinho e Oiapoque), além dos dados do NCEP facilita a compreensão acerca da sazonalidade da precipitação e sua variação espacial, embora não altere as conclusões do estudo e as ponderações feitas sobre a sazonalidade da precipitação e a posicionamento da ZCIT em relação aos blocos e à zona costeira.

A zona de máxima precipitação localiza-se sobre os blocos em junho e em dezembro/janeiro, indicando que estes estão em posição intermediária ao movimento latitudinal da ZCIT, ou seja, a ZCIT passa pela região dos blocos duas vezes ao longo do ano, como indicado no diagnóstico de meteorologia originalmente apresentado.

Solicitação/Questionamento 3: “Na tabela II.6.1.1.3.2-2 são descritos a estatística básica dos dados de temperatura do ar obtidos na estação meteorológica automática do Oiapoque, porém no parágrafo anterior é anunciada uma tabela contendo a estatística básica dos dados de precipitação da estação de Oiapoque do INMET. Isto se dá no item de precipitação. Mesmo se acreditando que houve apenas um erro na descrição da tabela apresentada, os valores não se mostram compatíveis com o que foi apresentado para os dados do NCEP e da estação meteorológica de Macapá (AP), mesmo considerando que ambos se tratam de normais climatológicas e que estação Oiapoque apresenta dados horários para o ano de 2013. Para sanar esta dúvida, solicita-se a apresentação de um gráfico para ao acumulado mensal (mm) dos registros da estação meteorológica do Oiapoque (AP).”

Resposta: Informa-se que a legenda da tabela supracitada estava errada, conforme indicação no questionamento, e na verdade se refere à precipitação. Os gráficos do acumulado mensal de precipitação para as estações do INMET, incluindo a de Oiapoque/AP, e do NCEP foram apresentados na resposta à questão 2 do presente item. Para este documento de resposta ao Parecer Técnico 687/15, e na revisão da caracterização meteorológica, os dados da estação meteorológica do INMET de Tartarugalzinho foram incluídos para complementar a caracterização.

Solicitação/Questionamento 4: “Solicita-se a apresentação da estatística dos dados de precipitação acumulada mensal para a estação meteorológica do INMET Macapá (AP).”

Resposta: A estatística básica dos dados de precipitação acumulada mensal do INMET é apresentada, a seguir, na TABELA 1.

TABELA 1: Estatística básica dos dados de precipitação acumulada mensal para a estação do INMET de Macapá-AP.

Max (mm)	Media (mm)	Mín (mm)	Desvio Padrão (mm)
407,7	213,441	31,9	141,06

Solicitação/Questionamento 5: “Comparando a Tabela II.6.1.1.1.3.2-1 com a Figura II.6.1.1.1.3.2-3, nos quais é tratada a estatística básica dos dados de precipitação acumulada mensal e Normal Climatológica de precipitação acumulada mensal, respectivamente, ambos do NCEP, não se nota valores muito próximos. No gráfico é possível notar que o maior valor acumulado mensal é no mês de junho, atingindo valores próximos a 500 mm. Já na tabela é dito que o acumulado mensal máximo foi de 158,60 mm. O gráfico do NCEP apresentado tem um comportamento diferente do gráfico da estação do INMET. Solicitam-se mais explicações para as comparações feitas, gráficos e figuras apresentados, e mais dados de precipitação para a região.”

Resposta: A legenda da tabela apresentada com a estatística básica dos dados de precipitação acumulada mensal obtida do NCEP (Tabela II.6.1.1.1.3.2.1 no documento original) estava errada, contendo a estatística de precipitação acumulada a cada 6 h, ao invés da precipitação acumulada mensal, que se encontra apresentada na TABELA 2, abaixo.

TABELA 2: Estatística básica dos dados de precipitação acumulada mensal no ponto de grade do NCEP mais próximo aos blocos.

Max (mm)	Medía (mm)	Mín (mm)	Desvio Padrão (mm)
468,67	280,12	180,15	86,76

Já o comportamento diferente entre os dados do NCEP em relação à estação meteorológica do INMET de Macapá-AP pode ser explicado pela diferença na posição do ponto de grade do NCEP e a estação de Macapá-AP (FIGURA 13), que se encontram em diferentes latitudes, onde o ponto utilizado para caracterização da precipitação na região dos blocos está situado a aproximadamente 500 km ao norte de Macapá.

Para possibilitar uma comparação mais adequada dos dados de precipitação do NCEP com os da estação do INMET de Macapá-AP, são apresentadas, na FIGURA 14 e na FIGURA 15, as médias mensais do parâmetro para a estação do INMET e para o ponto de grade do NCEP mais próximo à estação de Macapá – AP (ponto em azul).

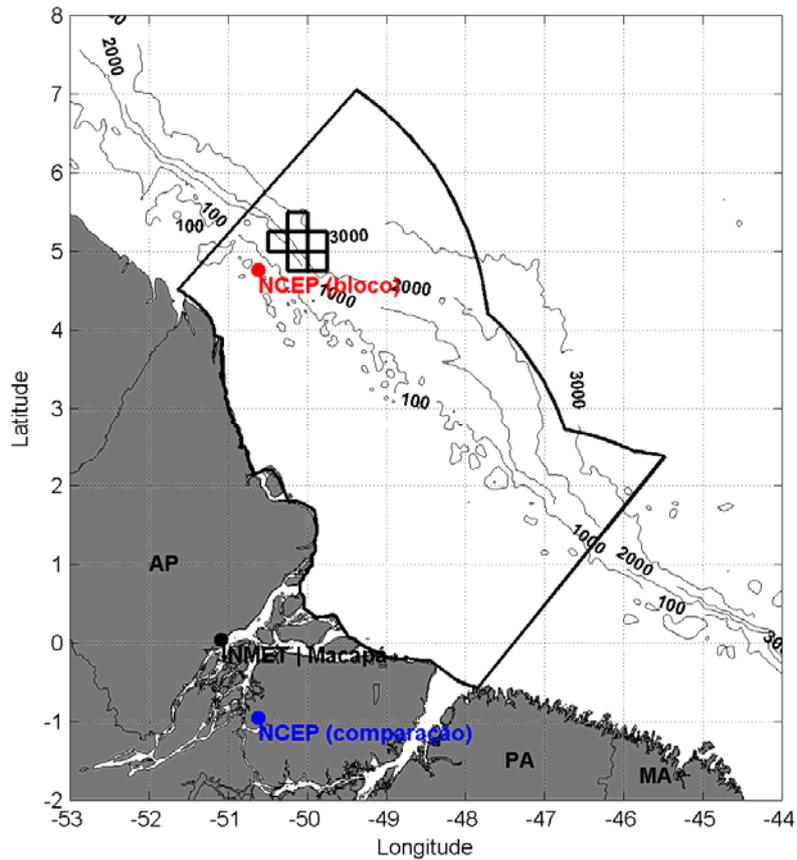


FIGURA 13: Localização da estação do INMET de Macapá-AP e dos pontos de grade do NCEP utilizados para a presente comparação da precipitação – NCEP (comparação) e para a caracterização da precipitação na região dos blocos – NCEP (bloco).

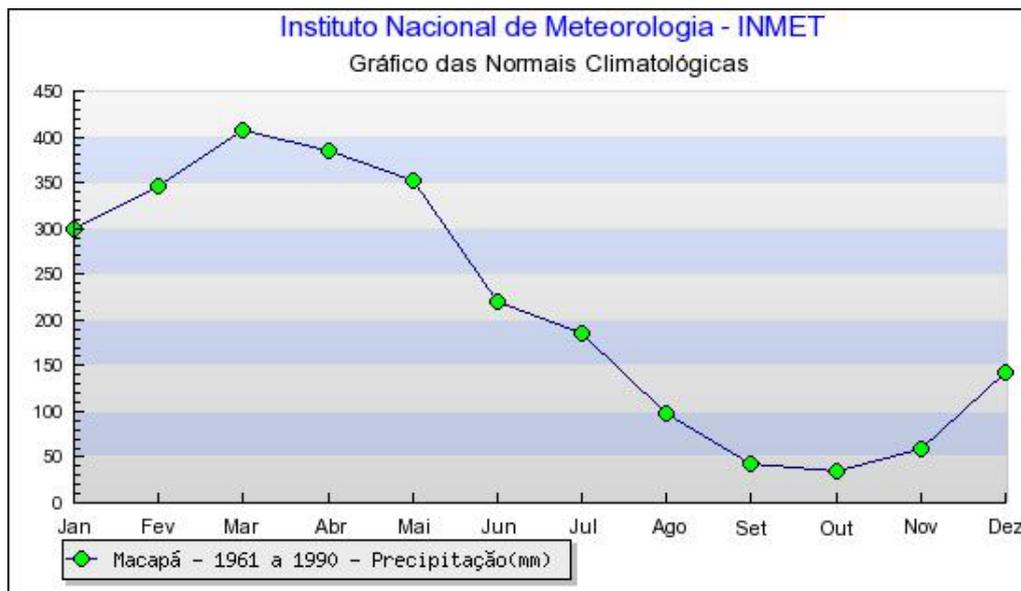


FIGURA 14: Precipitação acumulada mensal (mm) na estação de Macapá (AP). Fonte: INMET.

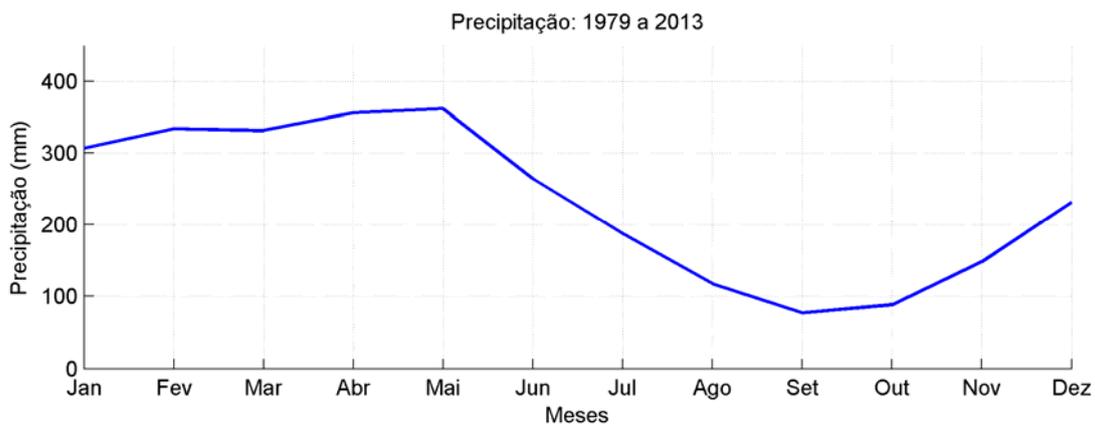


FIGURA 15: Precipitação acumulada mensal (mm) para o ponto de grade do NCEP mais próximo (ponto azul) da estação de Macapá (AP).

Nota-se que o comportamento e os valores de precipitação obtidos do NCEP para o ponto de grade mais próximo da estação de Macapá-AP apresentam boa aproximação aos dados da estação.

Solicitação/Questionamento 6: “Solicita-se também a elaboração de um mapa com o ponto de grade no NCEP, os pontos das estações do INMET consideradas e a elaboração de uma discussão sobre a localização desses pontos e o comportamento das chuvas nestes locais.”

Resposta: O mapa solicitado foi apresentado na resposta ao questionamento 2 deste item, e as discussões sobre o regime de chuvas nos diferentes pontos também foram ampliadas, nas respostas aos questionamentos 2, 3 e 4.

Solicitação/Questionamento 7: “Solicitam-se explicações mais elaboradas para a diferença entre as dinâmicas de intensidade do vento na região dos blocos e na costa, considerando mais o fator espacial e não o temporal.”

Resposta: A principal diferença observada entre os ventos do NCEP na região dos blocos e os dados de ventos das estações de Oiapoque/AP e Tartarugalzinho/AP consiste na atenuação das intensidades devido à influência continental. Em região oceânica, a ausência de barreiras, como relevo e vegetação, por exemplo, faz com que os ventos alísios de E/NE na região apresentem velocidades muito superiores aos ventos observados na costa (**FIGURA 16**).

Outro ponto a ser destacado é o sinal de brisa intenso na interface continente/oceano, sendo responsável pelo principal pico de energia (relativo ao período de 24 h) nos ventos da região costeira, como demonstrado na análise espectral dos ventos para a estação de Oiapoque-AP e Tartarugalzinho-AP (**FIGURA 17 e FIGURA 18**).

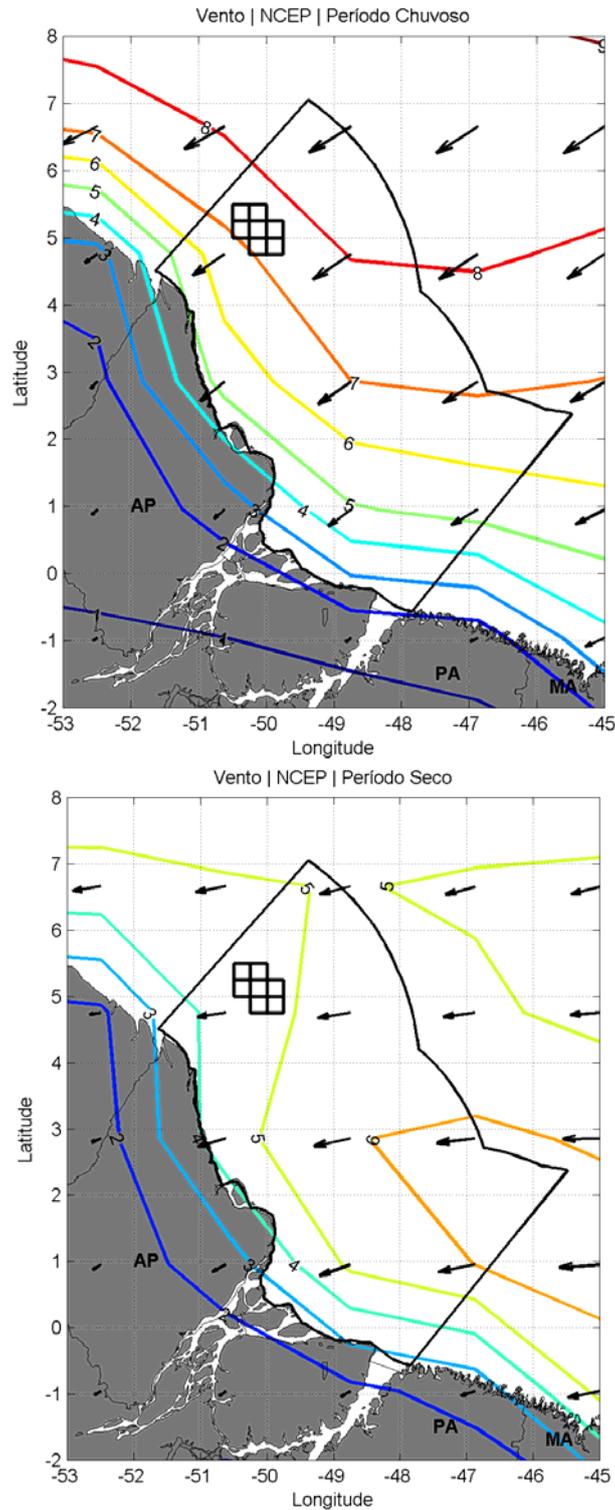


FIGURA 16: Campos de vento climatológicos para o verão (janeiro a junho) e inverno (julho a dezembro). Figura elaborada com dados de 1979 a 2013, da Reanálise II do NCEP.

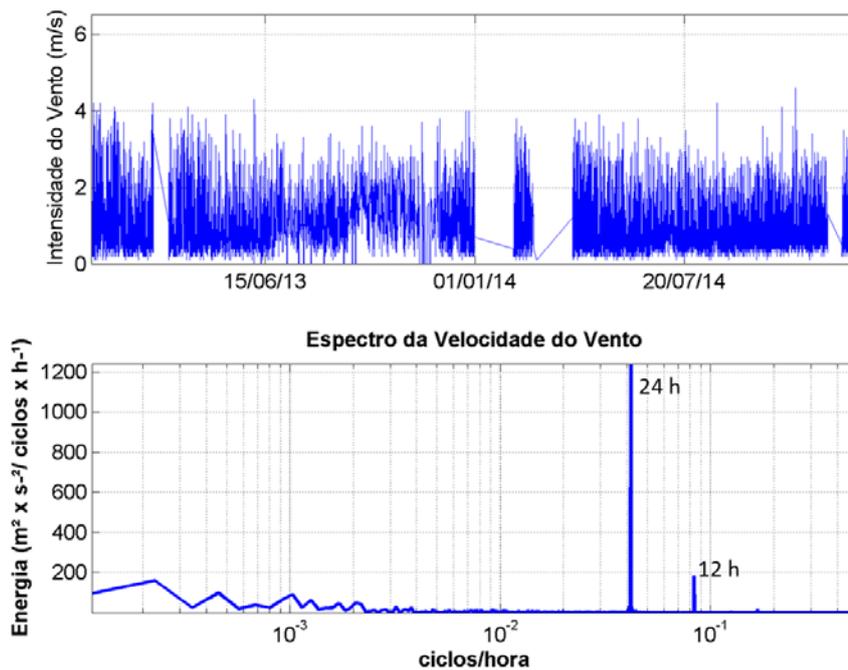


FIGURA 17: Série temporal de intensidade do vento na estação de Oiapoque - AP para o período entre janeiro de 2013 e dezembro de 2014 (acima) e espectro no domínio da frequência (abaixo). O pico de energia mais pronunciado é relativo ao período de 24 h.

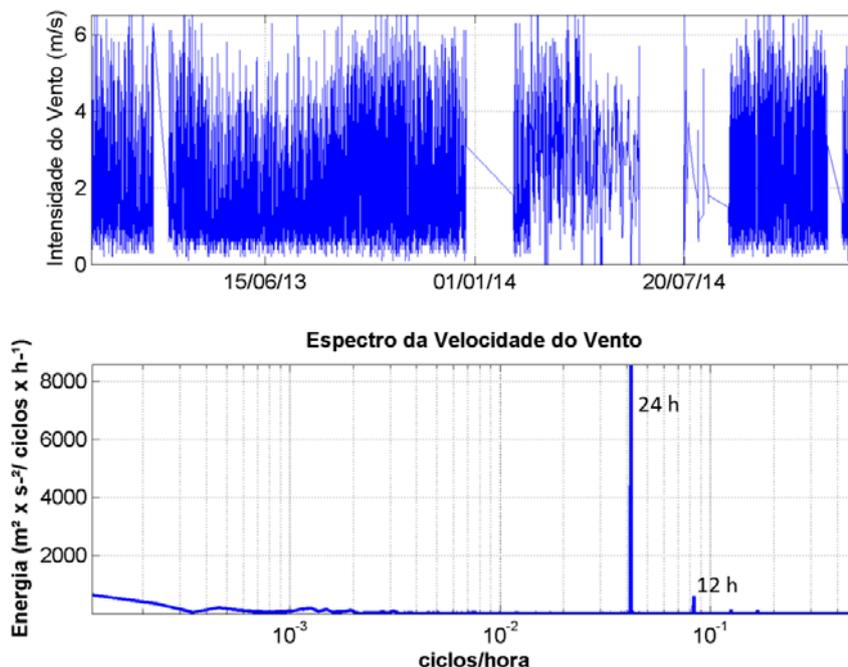


FIGURA 18: Série temporal de intensidade do vento na estação de Tartarugalzinho - AP para o período entre janeiro de 2013 e dezembro de 2014 (acima) e espectro no domínio da frequência (abaixo). O pico de energia mais pronunciado é relativo ao período de 24 h.

II.6.1.1.1 OCEANOGRAFIA

Solicitação/Questionamento 7: “ Foi observada a utilização de dados primários extraídos do WOD13, com seus pontos de coleta demonstrados, para o estudo das massas d’água. Portanto, questiona-se a utilização de dados secundários para a análise de temperatura, salinidade e densidade, na comparação com os resultados do MyOcean. Solicita-se a apresentação de dados coletados na área de interesse em período mais recente, com as localizações em mapa, com o intuito de aprofundar o estudo e obter melhores resultados na comparação entre as análises de WOA13 e os resultados MyOcean.”

Resposta: Os dados do WOA 13 foram apresentados para atender ao TR, que solicita a apresentação de mapas de temperatura, salinidade e densidade que considerem todo o período anual. No TR também estava estabelecido que caso a fonte dos dados de temperatura, salinidade e densidade utilizados nos estudos de modelagem fosse distinta da série histórica utilizada na caracterização, adicionalmente deveriam ser apresentados mapas com os dados, efetivamente, utilizados nas modelagens. Sendo assim, os dados do MyOcean (utilizados como condição inicial e de contorno na modelagem hidrodinâmica) foram inseridos para complementar a caracterização.

Entendemos que comparações entre as bases de dados devem ser feitas em termos climatológicos ou médios, já que as bases possuem natureza e tempos de medições/resultados diferentes, não havendo medições ao longo do ano de 2013, ano para o qual o modelo foi integrado.

Vale ressaltar que no relatório de modelagem hidrodinâmica, foram apresentadas comparações com dados coletados na área de interesse e em período recente, oriundos de derivadores e de estações maregráficas.

Solicitação/Questionamento 8: “Não foram identificados fundeios instalados ou derivadores lançados pelas empresas na região para enriquecer a caracterização, aprofundar o estudo do local, e tornar a modelagem de deriva do óleo mais eficiente. Solicita-se uma justificativa e uma solução para tal impedimento.”

Resposta: Foi o entendimento das empresas que adquiriram blocos na margem equatorial na 11ª rodada de licitações da ANP que novos dados, coletados isoladamente por projeto, não alterariam significativamente as caracterizações dos parâmetros apresentados no diagnóstico ambiental nem contribuiriam para alguma mudança nas bases hidrodinâmicas atualmente utilizadas em modelagens de deriva de óleo. Desta forma, a estratégia do setor, discutida com a CGPEG, foi investir no desenvolvimento de uma nova base, consolidada com os dados atualmente disponíveis, e complementá-la por um esforço de coleta de novos dados, que associasse as necessidades de informações das regiões dos blocos com localizações significativas para a contribuição da descrição de fenômenos oceanográficos e para a robustez da base hidrodinâmica. Tais esforços fazem parte do chamado *Projeto de Desenvolvimento de Base Hidrodinâmica para Suporte à Modelagem de Óleo na Margem Equatorial Brasileira*, um dos projetos integrantes do Acordo de Cooperação Técnica (ACT) IBP-IBAMA. Informa-se que o processo licitatório para a contratação de serviços para aquisição destes novos dados meteoceanográficos na região da margem equatorial, incluindo a bacia da Foz do Amazonas, encontra-se em sua fase final.

Solicitação/Questionamento 9: “ Cabe ressaltar que no Termo de Referência para a elaboração do Diagnóstico Conjunto, foram solicitados dados recentes e representativos coletados na área de estudo e suas diferentes províncias fisiográficas, bem como para a área dos blocos. Assim sendo, ressalta-se a indispensabilidade da apresentação de dados coletados por um período mínimo de um ano. ”

Resposta: Conforme informado na resposta ao questionamento anterior, tais dados estarão sendo coletados no âmbito do *Projeto de Desenvolvimento de Base Hidrodinâmica para Suporte à Modelagem de Óleo na Margem Equatorial Brasileira*. Este entendimento foi ratificado na reunião realizada entre a CGPEG e as operadoras da Bacia da Foz do Rio Amazonas em 15/01/2016, oficializada pela Ata 05/2016.

Solicitação/Questionamento 10: “Para os dados extraídos do modelo ROMS foram apresentadas rosas de correntes, série temporal e intensidade média de correntes, stickplots para os meses do ano e gráfico com parâmetros estatísticos para a região da plataforma continental, do talude e da bacia oceânica. Questiona-se a possibilidade de apresentação desses mesmos tipos de análises, realizadas para os dados extraídos do ROMS, para os dados extraídos do MyOcean. Essa solicitação tem o objetivo de aprofundar a análise e estabelecer um método de comparação mais homogêneo para a avaliação do comportamento das correntes para as diversas fontes apresentadas. ”

Resposta: A seguir, da FIGURA 19 à FIGURA 21. são apresentadas comparações entre os resultados do ROMS e do MyOcean para os mesmos pontos de grade apresentados no estudo.

Ressalta-se que os resultados são bastante próximos, como esperado, pois a modelagem desenvolvida com o ROMS para forçar o transporte de óleo dos blocos da Foz do Amazonas utilizou os resultados do MyOcean como condição inicial e de contorno, além de utilizar a técnica de Nudging para se aproximar aos resultados do MyOcean. Essa estratégia de modelagem visou tirar proveito do sofisticado sistema de assimilação de dados utilizado pelo MyOcean e, ao mesmo tempo, resolver fenômenos de menor escala, tanto espacial quanto temporal, que não são resolvidos pelo MyOcean, como por exemplo, a maré.

A opção de apresentar os dados do ROMS para as análises pontuais de correntes foi feita para que se pudesse avaliar a influência da maré na circulação local.

Considerando o exposto e as comparações apresentadas a seguir, entendemos que a apresentação das mesmas análises com os resultados dos dois modelos seria quase que redundante **para os pontos analisados no diagnóstico de oceanografia.**

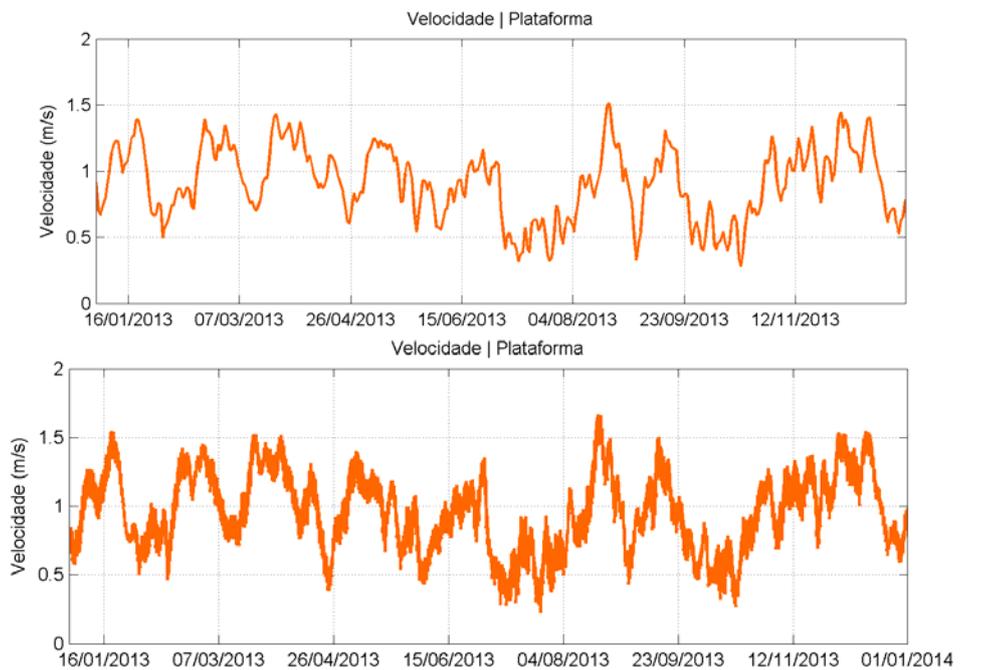


FIGURA 19: Intensidade de corrente superficial na região da plataforma continental. Resultados extraídos do MyOcean (superior) e do ROMS (inferior).

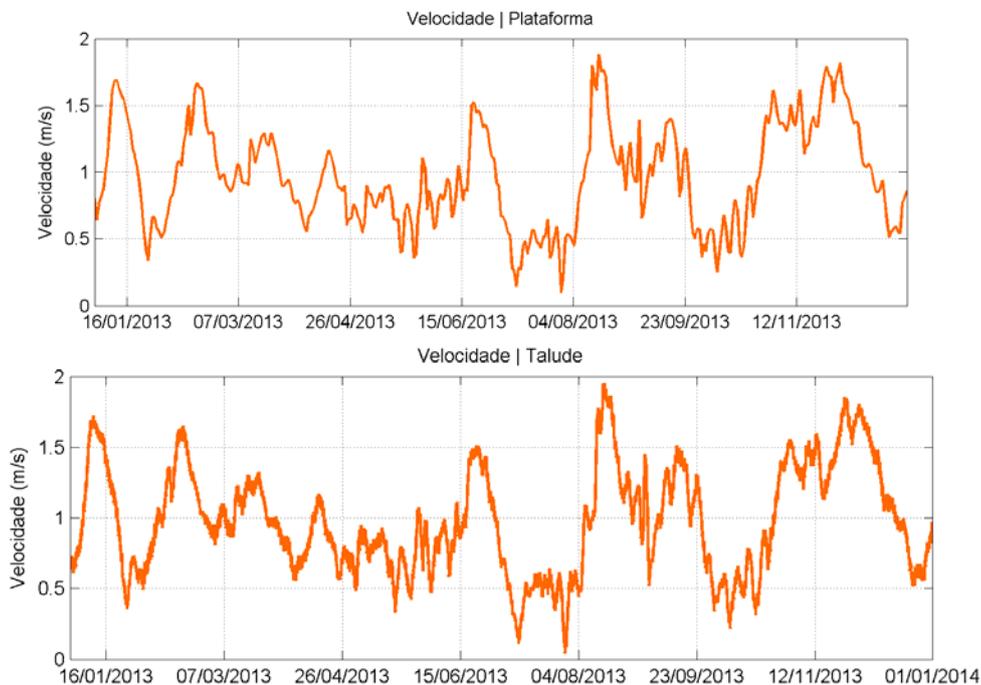


FIGURA 20: Intensidade de corrente superficial na região do talude. Resultados extraídos do MyOcean (superior) e do ROMS (inferior).

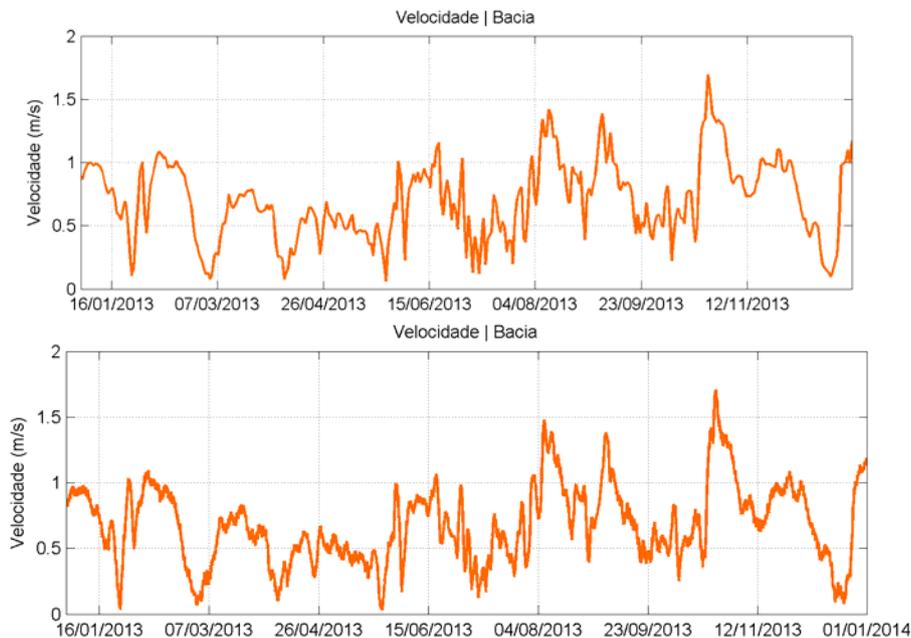


FIGURA 21: Intensidade de corrente superficial na região da bacia oceânica. Resultados extraídos do MyOcean (superior) e do ROMS (inferior).

Em regiões mais costeiras, como na plataforma continental interna, há uma diferença mais significativa entre os modelos. Os resultados extraídos para o ponto M1 (**FIGURA 23**), localizado nas coordenadas 50,31°W e 3,08°N (**FIGURA 22**), em região com lâmina d'água de 18 m, evidenciam essa diferença.

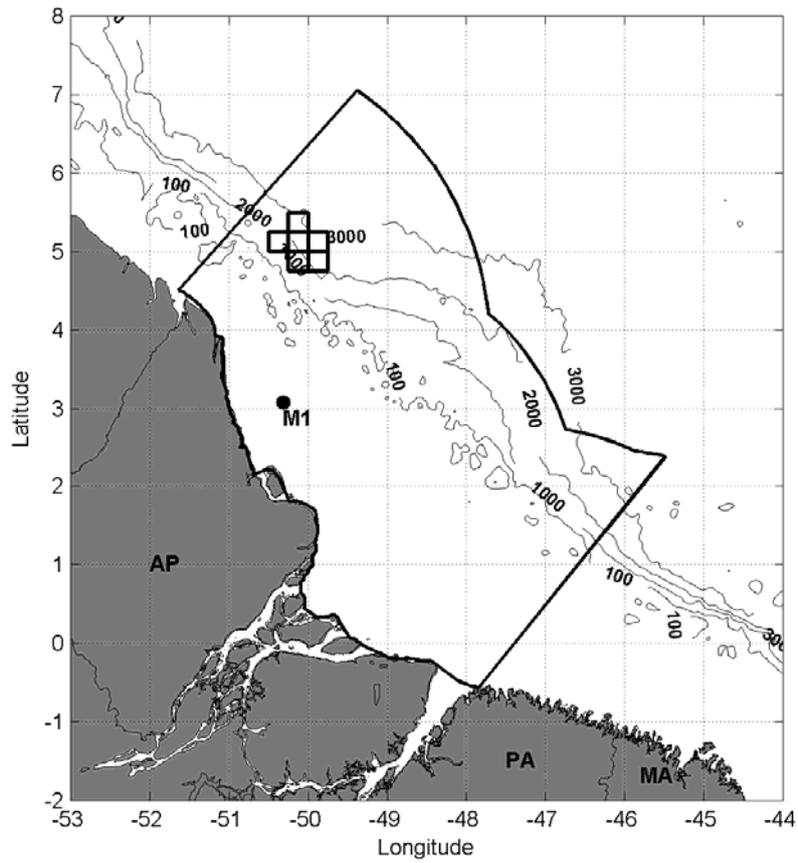


FIGURA 22: Localização do ponto M1.

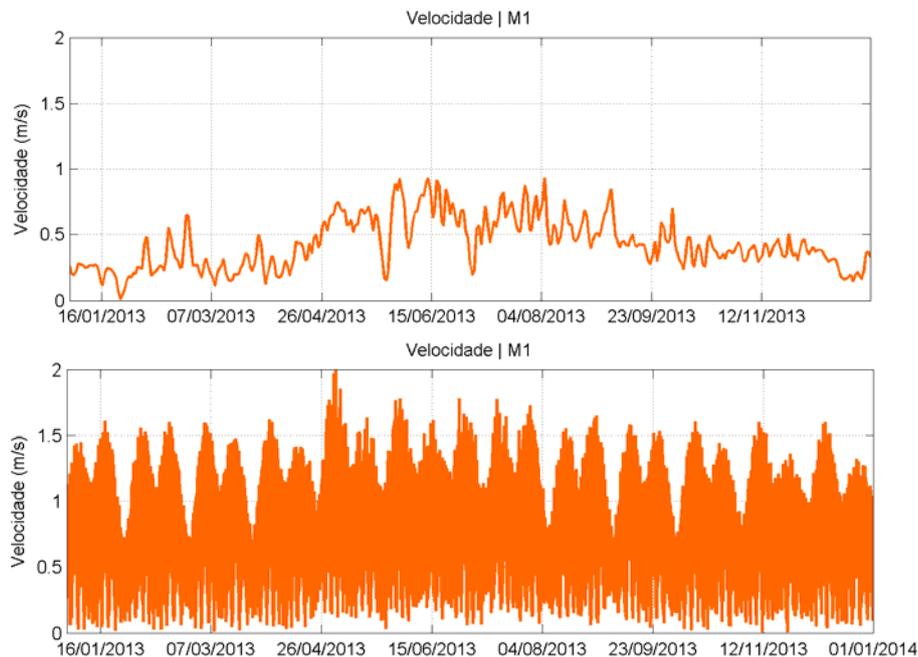


FIGURA 23: Intensidade de corrente superficial no ponto M1, localizado na plataforma continental interna. Resultados extraídos do MyOcean.

O ponto M1 foi escolhido por ser o mesmo ponto onde Alessi et al. (1992) analisaram dados de corrente na plataforma continental interna. No atendimento ao questionamento 11 deste item são feitas mais comparações entre os resultados do ROMS e dos fundeios apresentados em Alessi et al. (1992).

Nota-se que para regiões da plataforma continental interna, os resultados do ROMS representam as fortes correntes de maré na região, que podem atingir até 2 m/s. Já os resultados do MyOcean, por se tratarem de médias diárias e não incluírem maré, não são adequados para descrever a circulação nessas áreas, exceto em termos de médias.

Solicitação/Questionamento 11: “Para a caracterização da maré na região foram utilizados os dados da Plataforma Penrod (Oceânica) da Fundação de Estudos do Mar (FEMAR) e o modelo global de marés TPX07, que utiliza dados do satélite TOPEX/POSEIDON como fonte primária para assimilação. Com as constantes harmônicas obtidas da FEMAR foram calculados o fator de classificação de maré e a média da amplitude das marés de sizígia. Os dados apresentados para a caracterização da maré na região foram considerados de maneira geral satisfatórios. Todavia não foi desenvolvido uma discussão sobre a importância das marés na região através de referências bibliográficas e estudos sobre o assunto. Solicita-se a ampliação da discussão sobre a importância da maré para a região e a influência da vazão fluvial do Rio Amazonas nesta. Solicita-se também a ampliação na discussão sobre o comportamento da pluma do Rio Amazonas.”

Resposta: Os fenômenos oceanográficos na região da Bacia da Foz do Amazonas, sobretudo nas regiões costeiras e na plataforma continental interna, onde se observa complexa interação entre a pluma do rio Amazonas, correntes costeiras e marés, resultam em um ambiente altamente energético e bastante complexo.

A circulação sobre a plataforma continental amazônica está sujeita a forçantes de várias origens: fluxos de densidade induzidos pela descarga de água doce do Rio Amazonas, fortes correntes costeiras associadas com a Corrente Norte do Brasil (CNB), correntes de maré intensas e ventos alísios de NE/SE (dependendo da estação do ano) quase que constantes (Nikiema et al., 2006).

Na plataforma continental amazônica, as correntes são dominadas por dois componentes principais: correntes de maré (barotrópicas e perpendiculares a costa e às isóbatas) e um fluxo para NW paralelo à costa (associado às interações com a CNB e com os ventos alísios). Medições indicam que as correntes de maré possuem grande variação entre os regimes de sizígia e quadratura. As velocidades máximas são observadas na plataforma continental interna, durante as marés de sizígia, atingindo até 2 m/s. Nas marés de quadratura, as máximas atingem valores próximos a 0,7 m/s (Geyer et al., 1991).

Embora a maré seja a forçante dominante nas correntes perpendiculares à plataforma, deve ser ressaltado que esta circulação é bidirecional, com correntes atuando em sentidos opostos ao longo do ciclo de maré, interferindo pouco nos fluxos residuais.

As alterações nas marés provocadas pela vazão fluvial ocorrem apenas em regiões mais próximas ao estuário (Gallo, 2004). A penetração da maré em regiões estuarinas é afetada, principalmente, pela vazão fluvial e pela presença de águas mais rasas. No estuário do Rio Amazonas, a vazão fluvial é responsável pelo amortecimento de componentes harmônicos e pela geração de outras constantes harmônicas (Gallo, 2004). Ressalta-se que para as componentes mais energéticas, como M2 e S2, não foram identificadas alterações devido à influência da vazão.

Vinzon e Mehta (2001) e Gabioux et al. (2005) investigaram o efeito da lama fluida na propagação da maré na plataforma continental. Estes trabalhos demonstraram o papel da redução do atrito devido à presença destes depósitos de lama junto ao fundo. A diminuição do atrito reduz também a dissipação de energia, promovendo, assim, um aumento das amplitudes de maré nas regiões estuarinas ao longo da costa norte (Vilela, 2011).

Exemplos da importância das correntes de maré e sua variação ao longo da plataforma continental amazônica podem ser obtidos de Alessi et al. (1992) e através dos resultados do ROMS.

Alessi et al. (1992) apresentam séries temporais de correntes medidas em três fundeios (M1, M2 e M3) ao longo da plataforma continental próxima aos blocos (**FIGURA 24**), entre os meses de fevereiro e abril de 1990. O ponto M1 ficava situado na plataforma continental interna, em região com coluna d'água de 18 m; o ponto M2 na plataforma média, com lâmina d'água de 65 m; e o ponto M3 próximo à quebra da plataforma, onde a profundidade local é de 103 m.

Os fundeios M1, M2 e M3 foram medidos no âmbito do projeto multidisciplinar conhecido como AmasSeds (Amazon Shelf Sediment Study). O AmasSeds consiste em um programa observacional, conduzido para melhorar o entendimento da características dinâmicas e propriedades da água e das correntes na plataforma continental Amazônica.

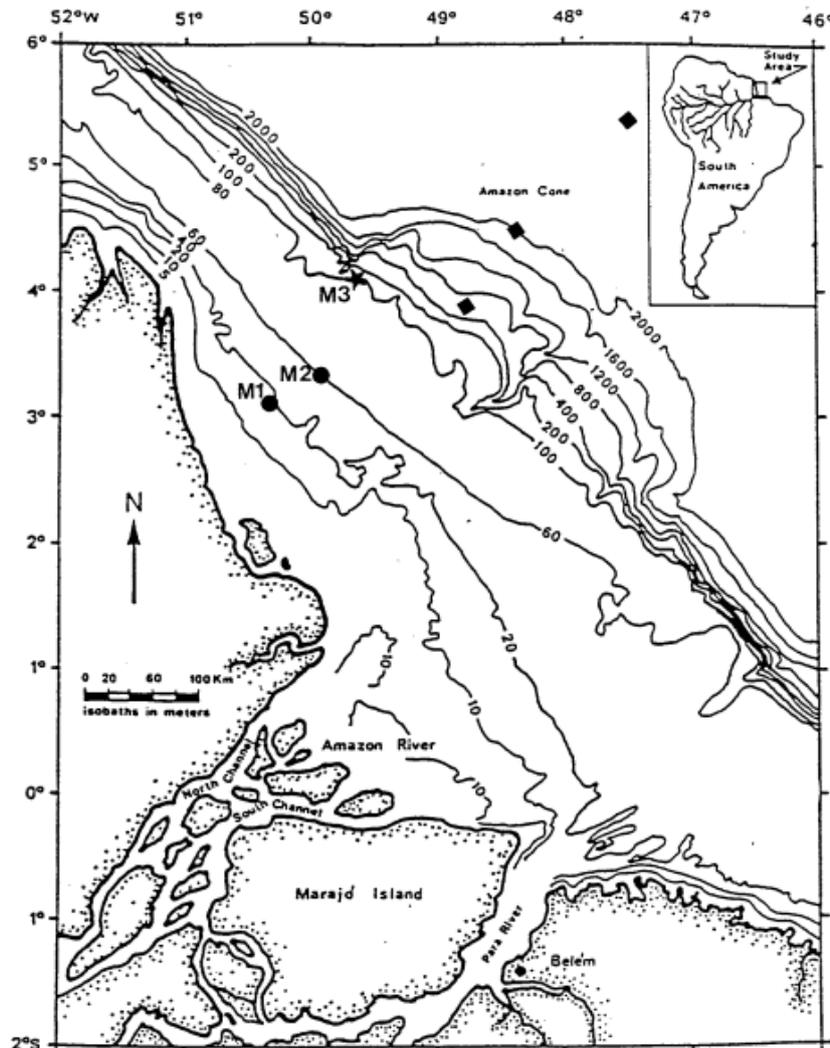


FIGURA 24: Localização dos pontos M1, M2 e M3 onde foram coletados os dados de corrente. Fonte: Alessi et al. (1992).

A seguir, da **FIGURA 25** à **FIGURA 30** são apresentadas as séries temporais de velocidade de corrente para os três pontos, obtidas de Alessi et al. (1992) e do ROMS. Vale destacar que o ROMS foi integrado para o ano de 2013 e que os dados apresentados em Alessi et al. (1992) foram coletados entre fevereiro e abril de 1990. **Sendo assim, ressalta-se que os dados apresentados não devem ser comparados diretamente e que as avaliações devem ser feitas em função das magnitudes e amplitudes das correntes observadas.**

Para esta análise foram extraídos os dados do ROMS para o mesmo período do ano dos quais os dados foram medidos, entretanto, como dito anteriormente, em anos distintos - 1990 e 2013. Nesses gráficos, valores positivos representam correntes direcionadas no sentido *offshore* (para a componente perpendicular à linha de costa), e correntes orientadas para NW, no caso das correntes paralelas a linha de costa.

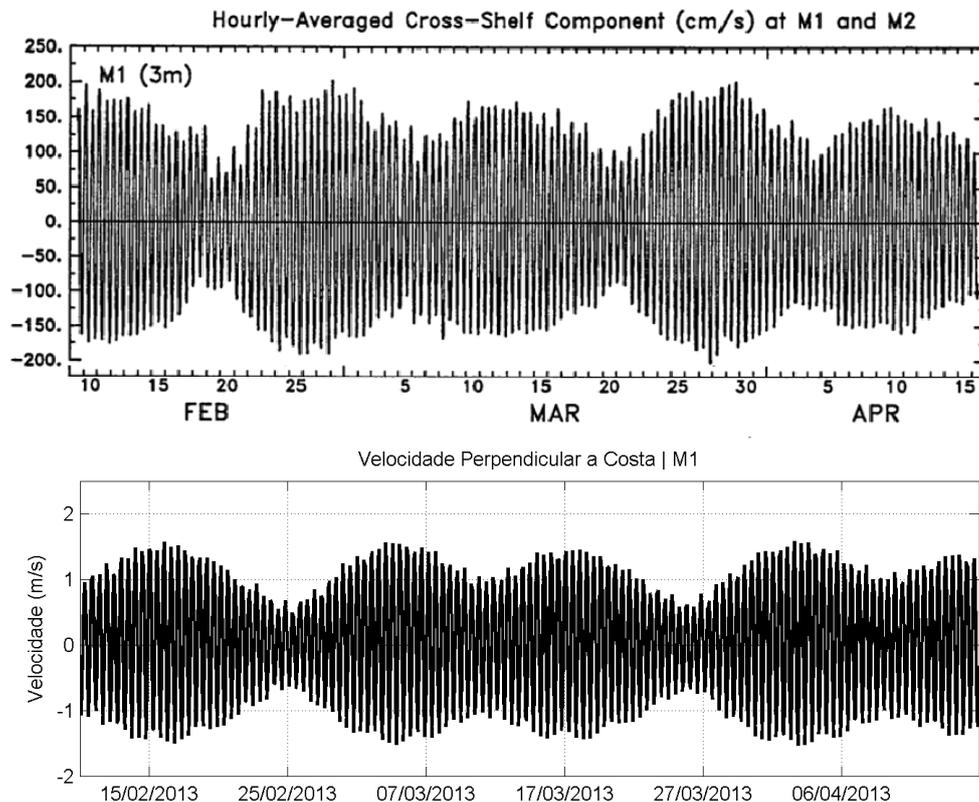


FIGURA 25: Série temporal da componente perpendicular à linha de costa obtida de Alessi et al. (1992) (painel superior) e dos resultados do ROMS (painel inferior) para o ponto M1.

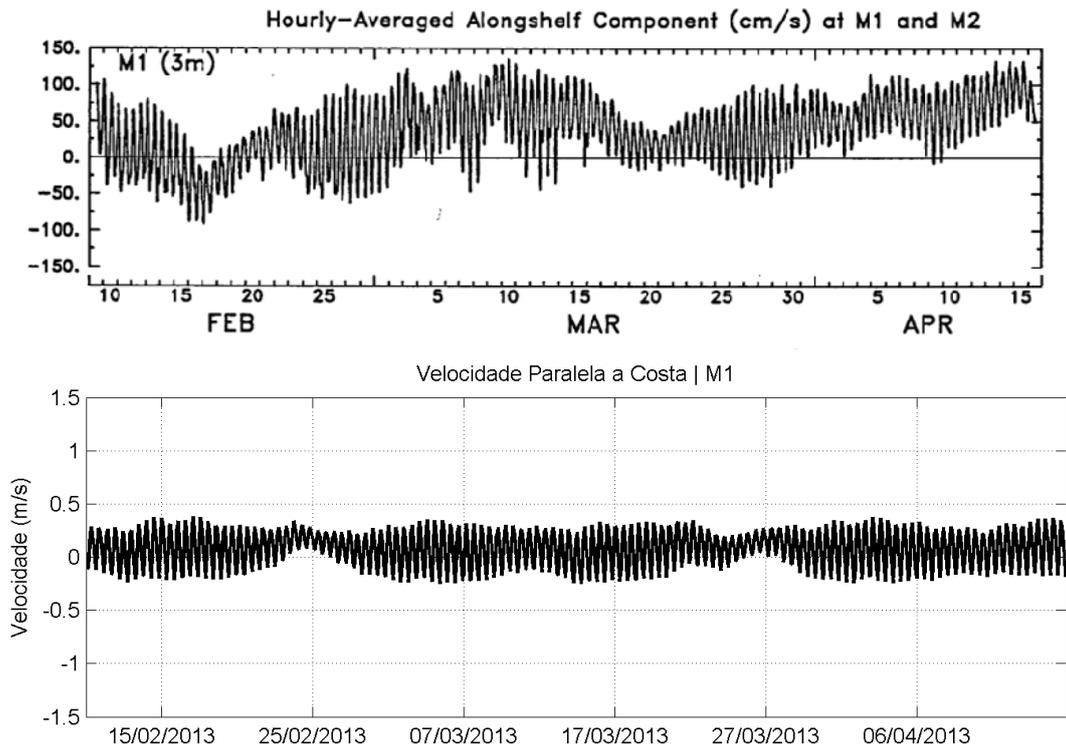


FIGURA 26: Série temporal da componente paralela à linha de costa obtida de Alessi et al. (1992) (painel superior) e dos resultados do ROMS (painel inferior) para o ponto M1.

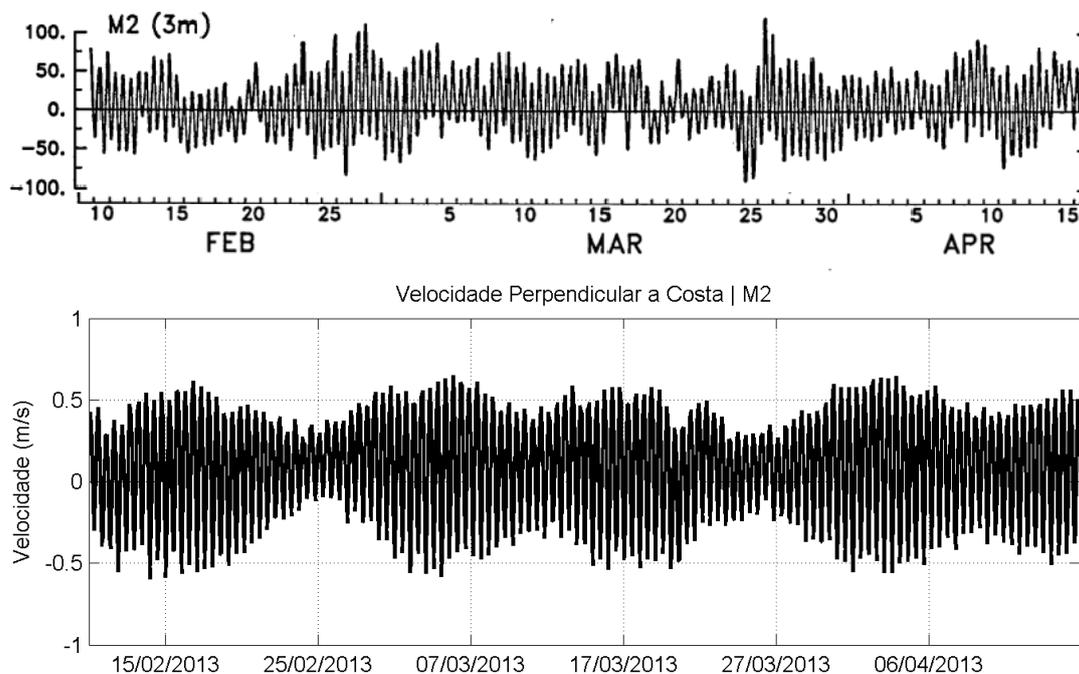


FIGURA 27: Série temporal da componente perpendicular à linha de costa obtida de Alessi et al. (1992) (painel superior) e dos resultados do ROMS (painel inferior) para o ponto M2.

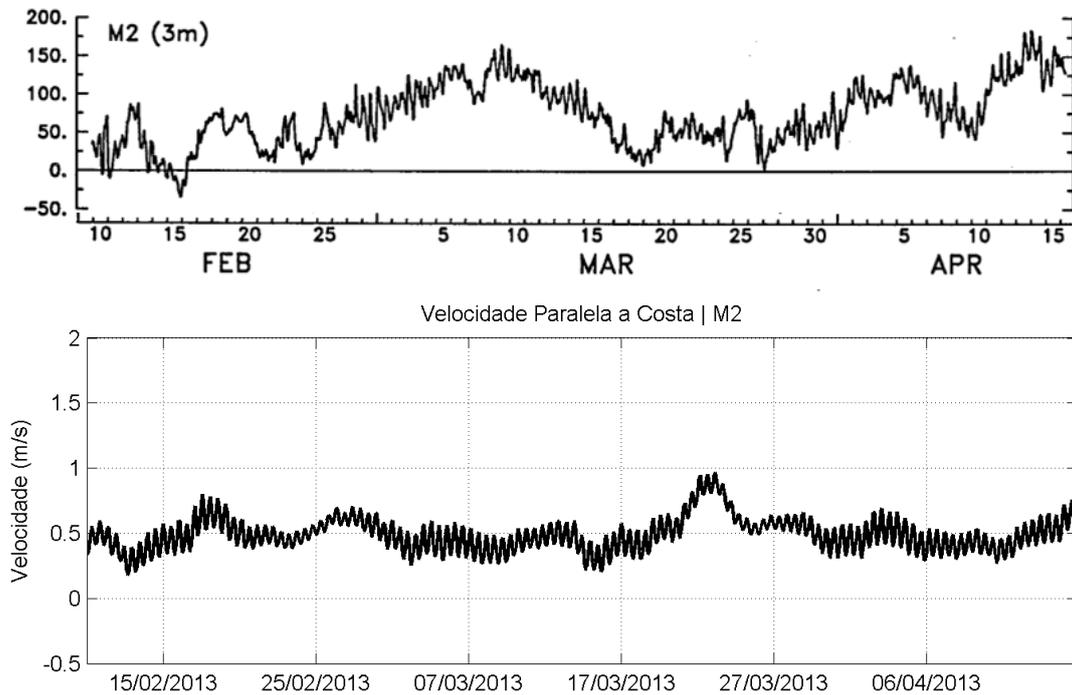


FIGURA 28: Série temporal da componente paralela à linha de costa obtida de Alessi et al. (1992) (painel superior) e dos resultados do ROMS (painel inferior) para o ponto M2.

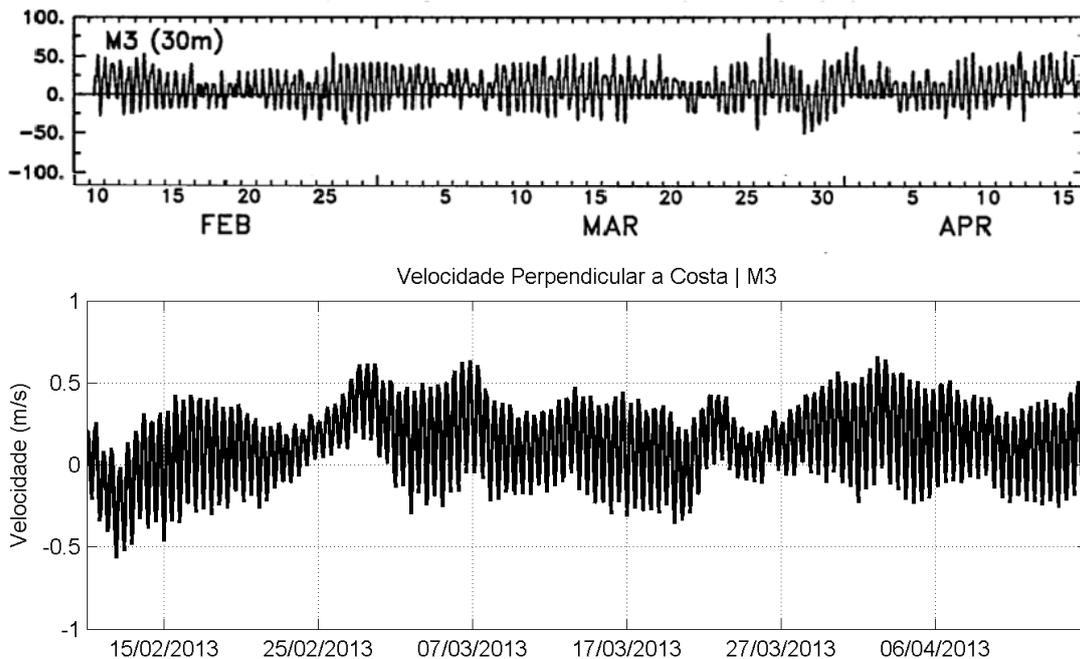


FIGURA 29: Série temporal da componente perpendicular à linha de costa obtida de Alessi et al. (1992) (painel superior) e dos resultados do ROMS (painel inferior) para o ponto M3.

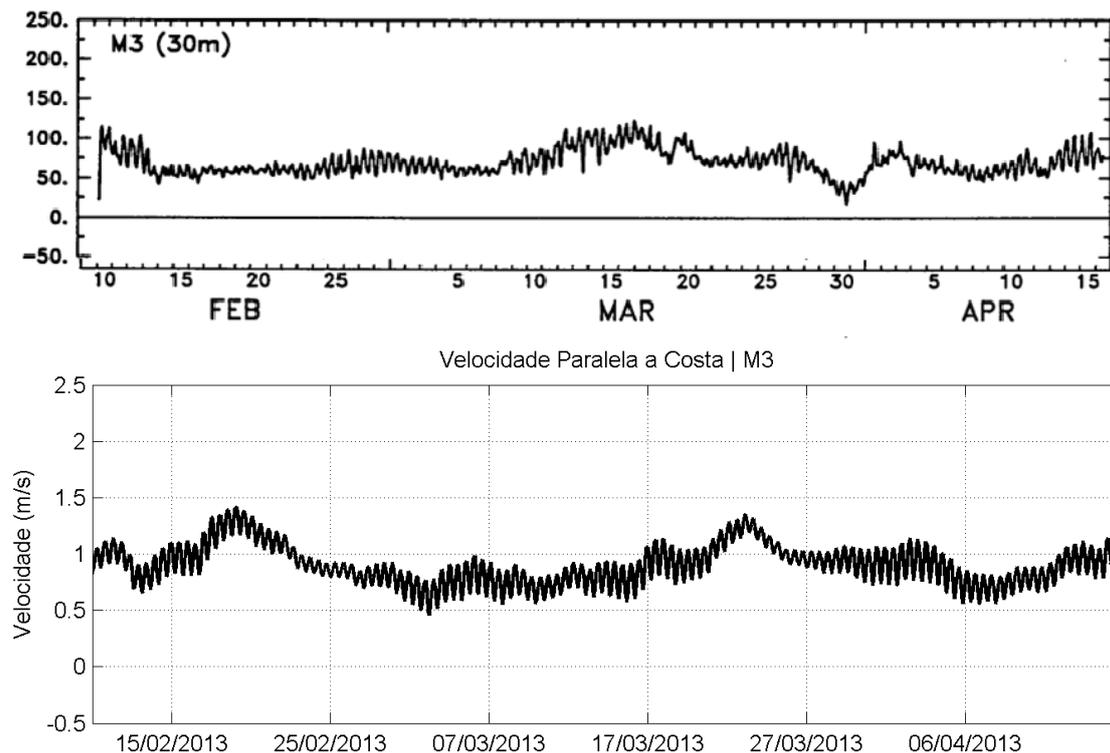


FIGURA 30: Série temporal da componente paralela à linha de costa obtida de Alessi et al. (1992) (painel superior) e dos resultados do ROMS (painel inferior) para o ponto M3.

Os dados do ROMS apresentados reforçam o padrão indicado pela literatura e identificado nos dados coletados no projeto AmasSeds. Na plataforma continental interna (ponto M1), a maré é a forçante que domina a componente perpendicular à costa, com velocidades entre 1,5 e 2 m/s em situações de sizígia. Na componente paralela à costa, embora seja observada influência da maré, esta é muito menor, com as correntes para NW sendo forçadas por outros aspectos da circulação de plataforma, como o vento e a influência da CNB.

No ponto M2, nota-se uma diminuição das amplitudes de corrente perpendiculares à costa devido à diminuição da influência da maré. As velocidades de corrente de maré na região intermediária da plataforma atingem pouco mais que 0,5 m/s.

Nas proximidades da quebra da plataforma, além da redução da importância da maré nas correntes (inclusive na componente perpendicular à costa), nota-se uma maior contribuição de oscilações de frequência mais baixa, associadas à interferência da CNB e sua atividade de mesoescala na plataforma continental.

No que tange ao Rio Amazonas, este apresenta descargas fluviais entre aproximadamente 80.000 e 250.000 m³/s de água doce na plataforma continental da Bacia da Foz do Amazonas (Oltman, 1968 *apud* Geyer *et al.*, 1991). A pluma resultante dessa descarga se estende por centenas de quilômetros em direção ao oceano e para NW ao longo da costa (Gibbs, 1970 *apud* Geyer *et al.*, 1991).

A estrutura da pluma do Rio Amazonas é influenciada por uma variedade de processos físicos presentes na plataforma continental Amazônica, como a CNB (Flagg et al., 1986 *apud* Nikiema *et al.*, 2006), os ventos alísios (Hellerman, 1980) e as fortes correntes de maré (Gibbs, 1982 *apud* Nikiema *et al.*, 2006).

Entre 1°S e 5°N, a pluma tem uma espessura de 3 a 10 m, e uma extensão para offshore que varia entre 80 e 200 km. Nos períodos de cheia (entre março e maio), essa extensão pode atingir até 500 km devido à alta descarga do rio, combinada com a ação dos ventos (Lentz, 1995).

Já Nikiema *et al.* (2006) indicam que a pluma do Rio Amazonas tem sua deriva forçada, principalmente, pela circulação de plataforma, com a pluma sendo transportada para NW e mais ou menos confinada ao longo da costa, de acordo com a intensidade das correntes costeiras. Exemplos desse comportamento podem ser verificados nas médias mensais de salinidade para o período chuvoso (janeiro a junho) e seco (julho a dezembro), calculadas a partir dos resultados do MyOcean para o ano de 2013 (**FIGURA 31**).

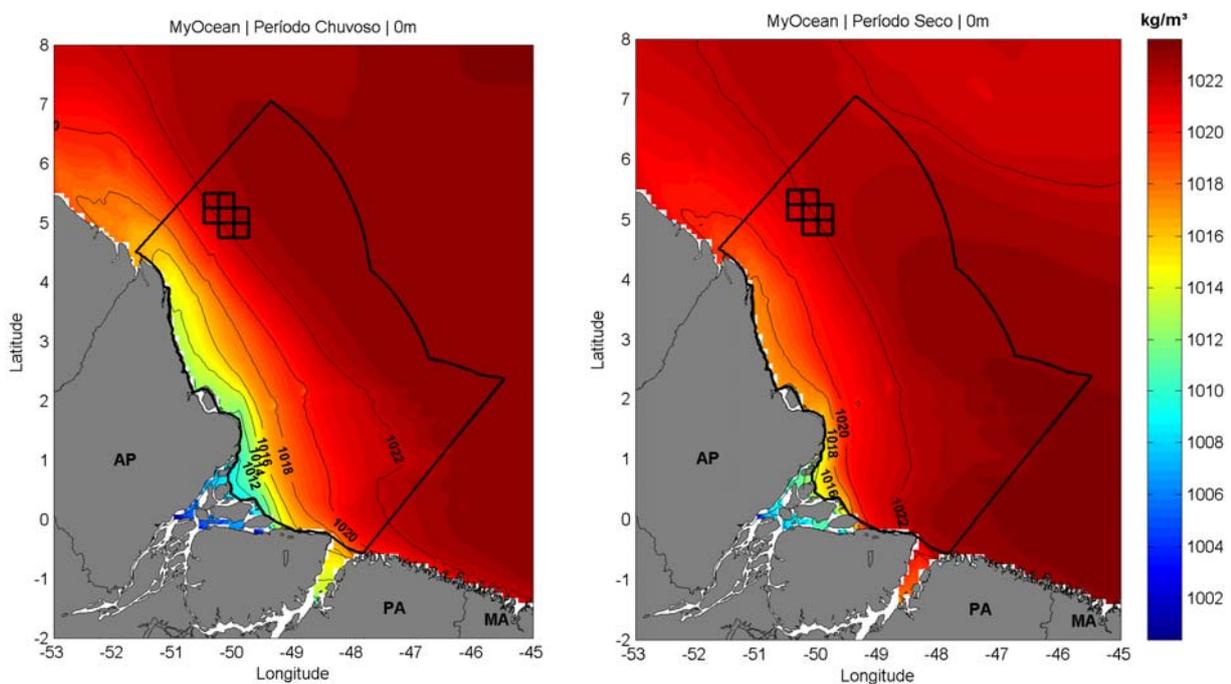


FIGURA 31: Campos médios de salinidade para o período chuvoso – janeiro a junho- (esquerda) e seco –julho a dezembro- (direita).

Nota-se que a pluma de baixa salinidade associada à descarga do Rio Amazonas é transportada para NW devido à circulação de plataforma. No período chuvoso, a extensão da pluma é maior devido ao aumento da vazão do rio. Para avaliar a circulação residual nas proximidades da desembocadura do Amazonas são apresentados os campos médios de correntes superficiais calculados a partir dos resultados do ROMS (**FIGURA 32**).

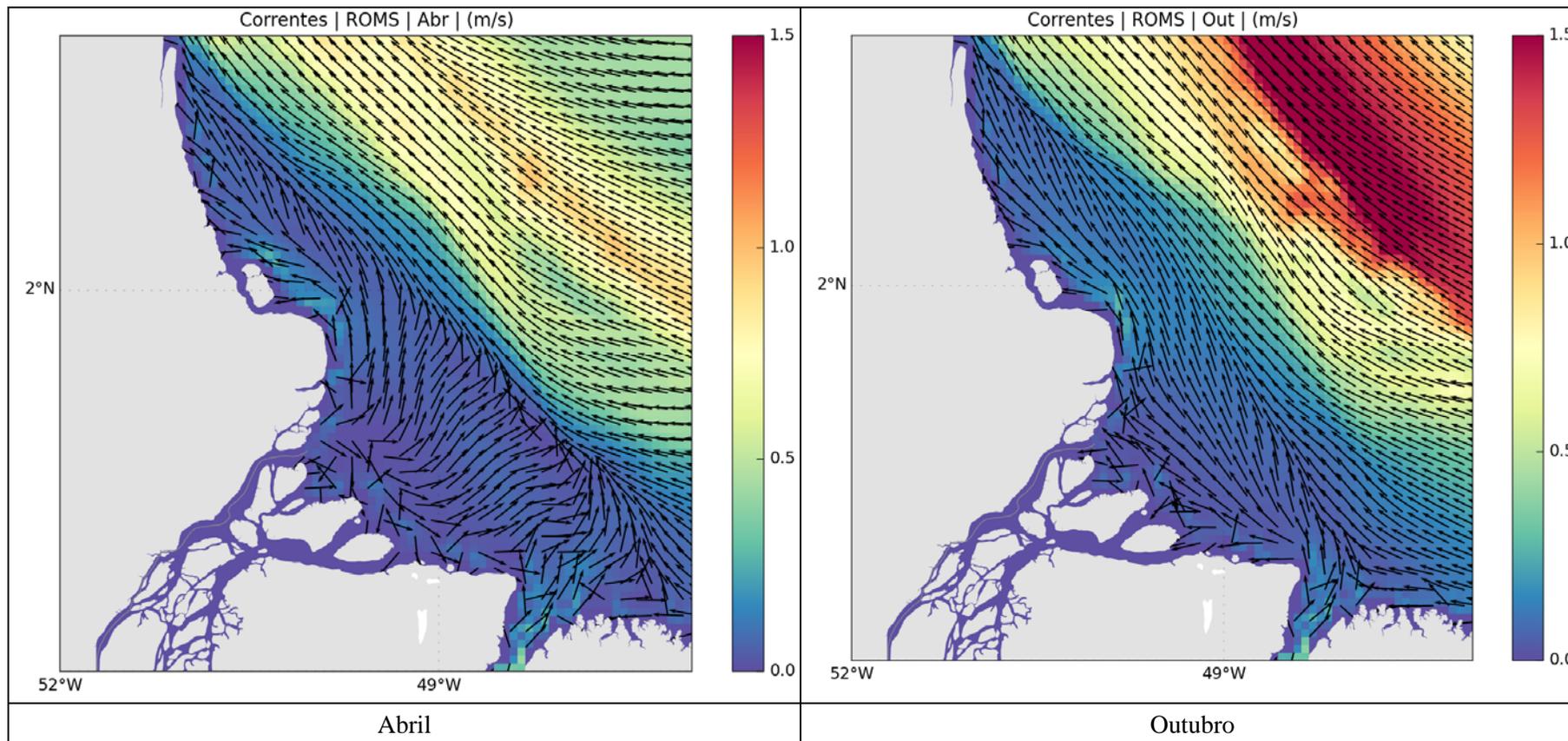


FIGURA 32: Campo médio de correntes superficiais obtidas do ROMS para os meses de abril (período chuvoso/cheia do rio) e de outubro (período seco/seca do rio).

Nota-se, nas proximidades da Foz do Rio Amazonas, um fluxo residual de velocidades baixas em direção ao oceano no mês de abril (período chuvoso/cheia). No período seco (média para o mês de outubro), o escoamento é basicamente paralelo à linha de costa, indicando uma menor influência da pluma nos campos de circulação. Os campos médios também evidenciam que, apesar das fortes correntes de maré, estas praticamente não geram correntes residuais.

Através da análise dos resultados ROMS e do MyOcean, em conjunto com a bibliografia especializada para a região, pode-se concluir que:

- Os fluxos residuais na plataforma continental amazônica são direcionados para NW, paralelamente a linha de costa. Este padrão pôde ser verificado pelos dados do ROMS, do MyOcean, e é corroborado pela literatura.
- Embora a maré apresente grande influência nas velocidades de corrente na plataforma continental interna, esta praticamente não altera a circulação residual.
- Os campos residuais são gerados, principalmente, por outras forçantes que não a de maré, como o vento e a influência da CNB e sua atividade de mesoescala na circulação de plataforma.
- A vazão do Rio Amazonas provoca alterações na circulação nas proximidades de sua embocadura, principalmente no período chuvoso (entre janeiro e junho).
- Alterações nas amplitudes das componentes harmônicas de maré devido à vazão do Rio Amazonas são significativas, apenas, em regiões internas e estuarinas, não alterando a propagação da maré ao longo da plataforma continental.

Solicitação/Questionamento 12: “Na seção que descreve o regime de ondas da região, a empresa lançou mão do uso apenas de resultados do modelo de ondas do ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecast), do projeto ERA-Interim, sob o argumento de não haver disponibilidade de ondas para a região. Essa informação não procede se considerarmos os resultados obtidos na série de palestras ministradas por importantes professores no Workshop sobre Modelagem Hidrodinâmica na Margem Equatorial Brasileira, realizado em 2014. Por isso, solicita-se a apresentação de mais dados de onda e referências bibliográficas para aprofundar o estudo do regime de ondas na região.”

Resposta: Na série de palestras apresentadas no Workshop sobre Modelagem Hidrodinâmica na Margem Equatorial Brasileira, realizado em 2014, a apresentação da Professora Suzana Vinzon da COPPE/UFRJ ressalta que dados de ondas na plataforma continental amazônica são (quase) inexistentes, e que uma das fontes de dados seria a utilização de resultados de modelo, como o WaveWatch III. Vale destacar que os resultados do ERA-Interim apresentados na caracterização original do regime de ondas tem a mesma natureza que os do WaveWatch III, ambos sendo oriundos de resultados de modelos espectrais de ondas.

No mesmo Workshop, a apresentação feita pelo professor Marcelo Rollnic da Universidade Federal do Pará (UFPA), intitulada “Zona Costeira Amazônica”, indica a presença de algumas medições de ondas e correntes com ADCPs na região do estuário do Rio Amazonas. Essas medições, além de não serem disponibilizadas em nenhuma base de dados, encontram-se em regiões bastante rasas, onde as ondas incidentes já sofreram transformações devido a interações com o fundo oceânico, não sendo representativas, portanto, para a área dos blocos.

Para aprofundar as análises sobre o regime de ondas na região, e comparar os resultados do ERA-Interim com outra fonte de dados de ondas, podemos recorrer às análises feitas por Pianca *et al.* (2010), que caracterizaram o clima de ondas ao longo da costa brasileira através de resultados do modelo WW3, dividindo-a em seis setores de acordo com as características comuns. O setor denominado W6 é considerado como representativo para a porção mais ao norte da costa brasileira (**FIGURA 33**). Os resultados analisados por Pianca *et al.* (2010) correspondem a um período de 11 anos (1997 a 2007).

Pianca *et al.* (2010) apontam, ainda, que medições de ondas no Brasil são muito escassas e que só poucos estudos avaliaram características regionais das ondas, mesmo assim com base em observações a curto prazo. Apenas com o desenvolvimento de modelos acurados da interação oceano/atmosfera tornou-se possível a obtenção de séries de longa duração.

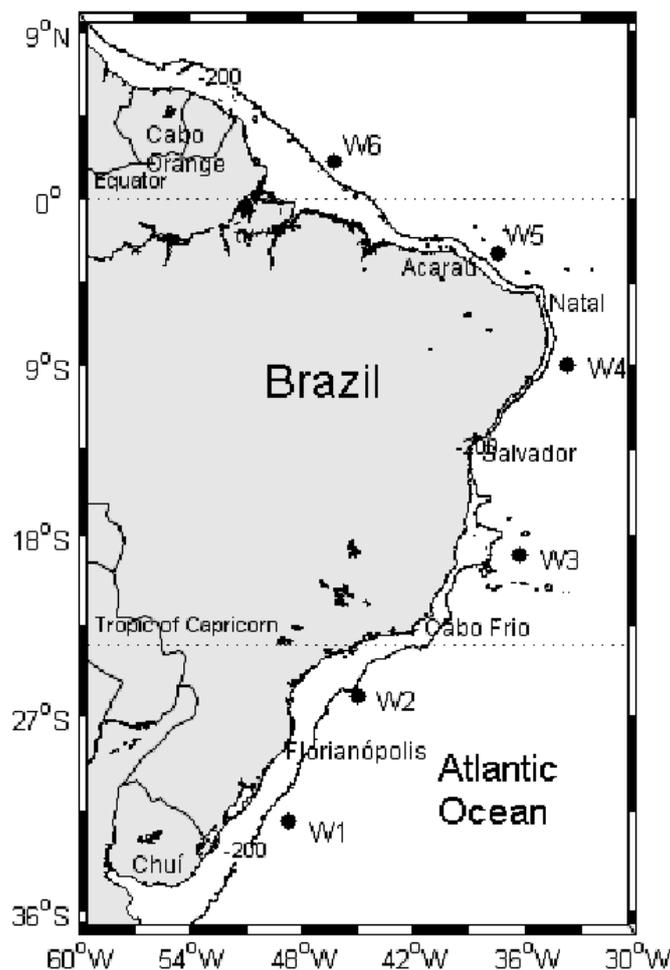


FIGURA 33: Localização dos pontos de grade utilizados para caracterizar os diferentes setores da costa brasileira. Retirado de: Pianca et al. (2010).

Os autores indicam que no setor W6, onde se inserem as costas do Pará e Amapá, o regime de ondas é controlado pela ZCIT e sua oscilação meridional. Os diagramas direcionais de altura e período de ondas nas quatro estações do ano para o setor W6 são apresentados na **FIGURA 34**.

Durante o verão e o outono (período chuvoso), predominam ondas de NE com alturas típicas entre 1 e 3 m. Já no inverno e na primavera (período seco) as ondas dominantes são de E. Esse padrão reflete bem as características dos ventos na região e a migração da ZCIT e, como pode ser visto, está de acordo com os resultados do ERA-Interim apresentados no diagnóstico de oceanografia (**FIGURA 35**).

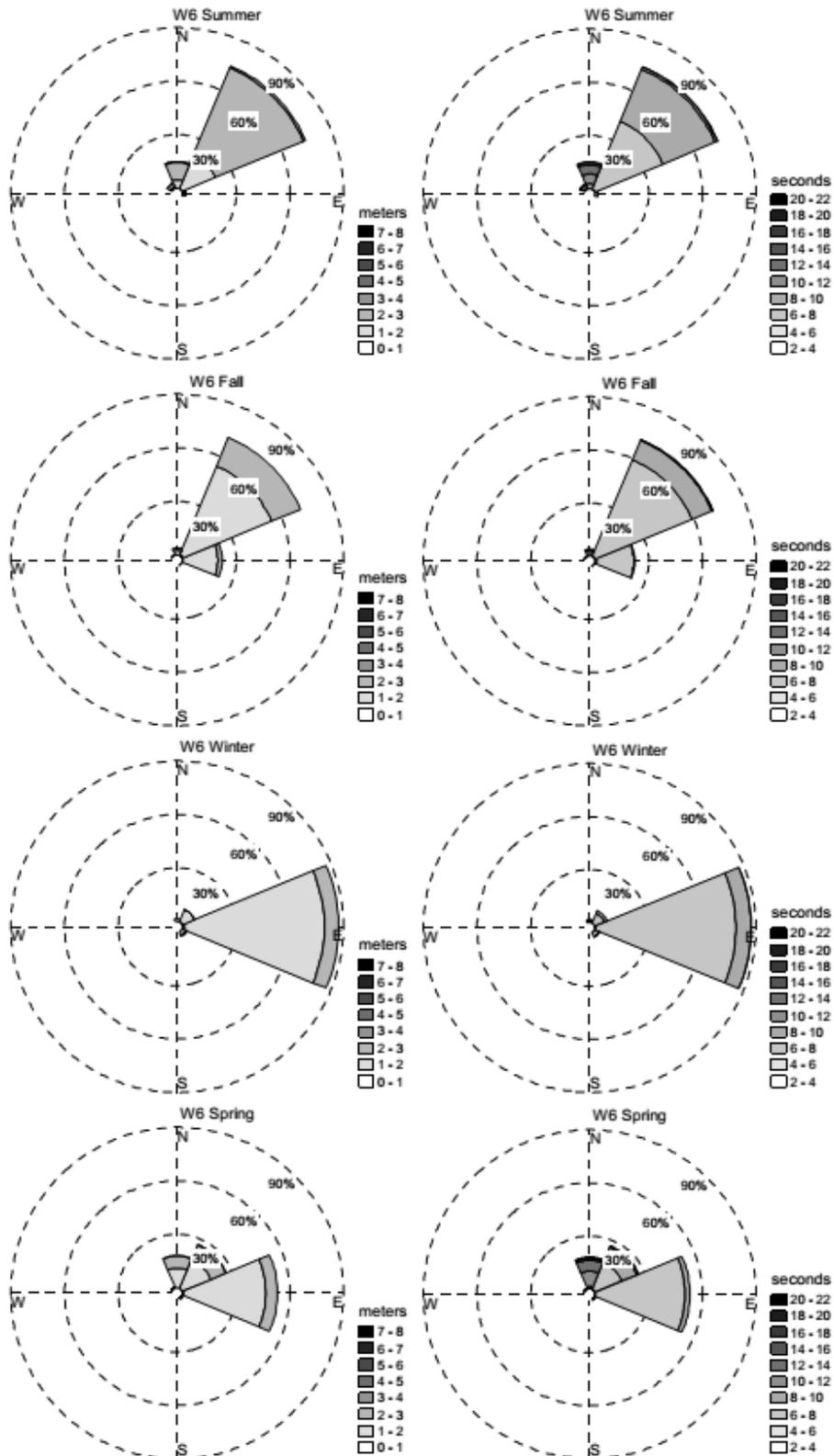


FIGURA 34: Diagrama direcional sazonal de alturas (esquerda) e períodos (direita) das ondas no setor W6. Fonte: Pianca et al. (2010).

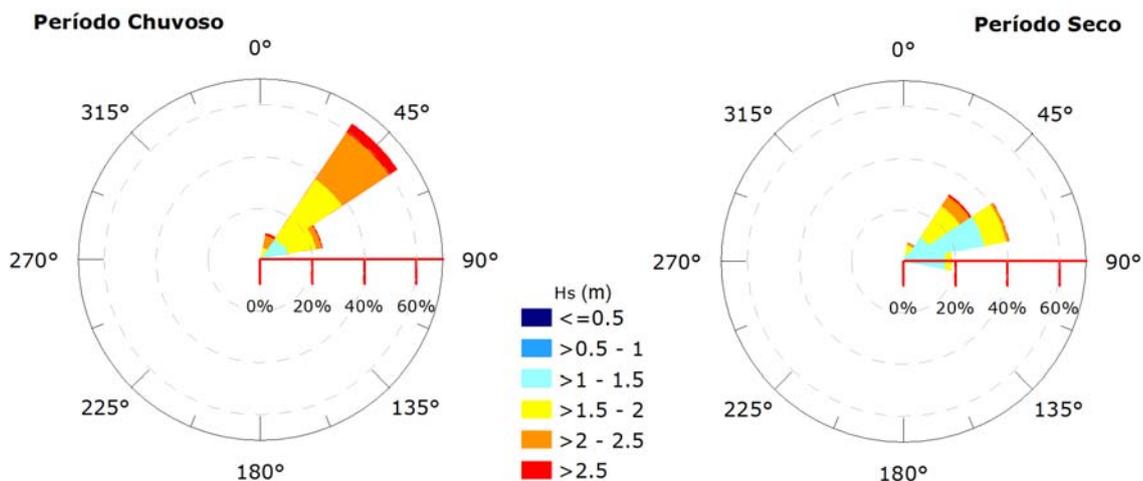


FIGURA 35: Histogramas direcionais sazonais da altura significativa das ondas incidentes no ponto de análise. Fonte ECMWF.

Solicitação/Questionamento 13: “Para a caracterização da propagação de ondas, foi utilizado o modelo SWAN. Foram definidos dois cenários mais frequentes do regime de ondas, e para cada cenário foi simulada a propagação das ondas de águas profundas até a zona costeira. Sabe-se que para tal simulação é imprescindível que a batimetria escolhida seja de alta qualidade. Para fins de caracterização, considerou-se o resultado obtido satisfatório. Porém, enfatiza-se que caso haja necessidade, a depender dos resultados da modelagem de dispersão de óleo, será solicitado um refinamento desse tópico – que deve considerar mais cenários de ondas – e que seja feito para as sazonalidades definidas para o regime de ondas e para a sazonalidade adotada para o meio físico, comparando os resultados obtidos. Isto porque o padrão sazonal para as ondas é diferente do padrão sazonal definido para o meio físico de maneira geral.”

Resposta: O estudo de refração de ondas apresentado, assim como indicado no questionamento, teve como intuito uma caracterização geral da bacia da Foz do Amazonas e, de fato, acredita-se que as análises apresentadas e as resoluções de batimetria e linha de costa utilizadas foram suficientes para fins de diagnóstico.

Ressaltamos porém que normalmente, nos modelos de dispersão de óleo, não são inseridos diretamente dados de ondas para a realização das simulações. Por exemplo, no modelo computacional OSCAR, desenvolvido pela SINTEF para estudos de dispersão de óleo, os valores de altura e período de onda são calculados internamente com base nos dados de vento inseridos. Desta forma, entendemos que um refinamento do estudo de refração de ondas não influenciaria os resultados da modelagem de óleo.

Solicitação/Questionamento 14: “A exploração de petróleo e gás na região, ainda incipiente nos mais variáveis aspectos, traz a necessidade de um estudo bem aprofundado das características físicas do local com o intuito de estudar os aspectos já sabidos importantes, e aqueles que podem surgir e ser um fator dificultador para a atividade, no sentido de trazer risco para o meio e contratempos para a perfuração dos poços. Diante desse cenário, reitera-se a necessidade de informações qualitativamente melhores, compostas por dados recentes e representativos coletados na área de estudo. A escassez de

dados gerados e apresentados se torna proeminente quando se considera o esforço despendido para a elaboração de um diagnóstico conjunto pelas empresas com pretensão de perfurar na área dos blocos no setor SFZA-AP1. Esta coordenação espera que a qualidade do diagnóstico seja compatível às pretensões de exploração de poços nesta sensível bacia e ao esforço empenhado por estas empresas de expressividade no ramo de petróleo e gás.”

Resposta: O Diagnóstico de Oceanografia procurou apresentar uma caracterização das correntes, salinidade, temperatura da água, massas d’água, ondas e marés na região da atividade, que será realizada em região localizada a mais de 100 km de distância da costa, procurando atender aos itens específicos dos termos de referências. O estudo foi baseado em dados históricos disponíveis e em modelos numéricos de alta resolução, entendendo-se que as análises apresentadas são suficientes para:

- Identificação dos principais sistemas oceanográficos atuantes na região;
- Caracterização das variáveis oceanográficas (corrente, onda, salinidade, temperatura) esperadas na área da atividade;
- Compilação de informações que permitam a avaliação do modelo hidrodinâmico que foi utilizado nas modelagens de dispersão de poluentes;
- Geração de subsídios para os planos de emergência, análise de riscos ambientais e demais análises que compõe o estudo de impacto ambiental.

Para isso, foram utilizados dados disponíveis que tivessem cobertura temporal e espacial compatíveis com os objetivos do diagnóstico. Na

TABELA 3 encontram-se listadas as fontes de dados consultadas e utilizadas para elaboração do diagnóstico de oceanografia.

TABELA 3: Lista das fontes de dados utilizados no diagnóstico de oceanografia.

Fontes	Coordenadas		Parâmetros	Período	Nº Info
	latitude	longitude			
<i>NODC/WOA</i>	5,375° N	49,875° W	T, S e D	Climatologia	Valores médios obtidos calculados a partir do banco de dados do WOD.
<i>NODC/WOA (Área)</i>	2° S – 8° N	45° W - 53° W	T, S e D	Climatologia	Valores médios obtidos calculados a partir do banco de dados do WOD.
<i>NODC/WOD</i>	4,5° N – 5,75° N	49,5° W – 50,75° W	T e S	1937 – 2014	86 perfis/9.012 medições
<i>OSTIA</i>	2° S – 8° N	45° W - 53° W	TSM	2007 – 2014	2992 medições/1628 pontos
<i>ERA Interim</i>	5,25° N	50,25° W	Ondas	1979 – 2014	52.593 informações
<i>FEMAR</i>	3° N	49,28° W	Maré	-	Constantes harmônicas obtidas para a estação da plataforma penrod.
TPX07	2° S – 8° N	45° W - 53° W	Maré	-	Constantes harmônicas obtidas de modelo.
MyOcean	2° S – 8° N	45° W - 53° W	Correntes	2013 (jan - dez)	365 informações / 10573 pontos
GDP	2° S – 8° N	45° W - 53° W	Correntes	1997 - 2013	472 derivadores/149.977
ROMS	4,60° N	50,69° W	Correntes	2013 (jan - dez)	4380 informações / 3 pontos

Medições de velocidades em fundeios, especialmente aqueles com cobertura de maior que um ciclo anual, são provavelmente a melhor opção para determinação de correntes esperadas e extremas em uma localização específica ou para fins de detalhamento de projetos de engenharia. No entanto, se o objetivo é produzir uma avaliação geral dos campos de correntes superficiais e/ou ilustrar as prováveis trajetórias de poluentes derramados em acidentes, então derivadores superficiais podem ser a ferramenta mais viável. Neste sentido, destaca-se aqui a utilização de dados de 472 derivadores do projeto do *Global Drifter Program* (GDP), gerenciado pelo *Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory* (AOML/NOAA). Esta base de dados agrupa os dados brutos dos derivadores, aplicando um controle de qualidade e interpolando os dados via kriging¹, para intervalos regulares de 6 horas. Os dados transmitidos pelos derivadores encontram-se disponíveis na internet (AOML, 2013). Para a análise em questão foram obtidos os dados de todos os derivadores que passaram na região de estudo, entre os meses de agosto de 1997 e setembro de 2013. No total, esses derivadores forneceram 149.977 medições de velocidades superficiais. A **FIGURA 36** ilustra a cobertura espacial dos dados do GDP na área do estudo. Como pode ser observado, à exceção da região costeira e de grande parte da plataforma continental, quase toda a extensão da bacia da Foz do Amazonas é coberta por dados dos derivadores.

Alguns desses derivadores foram utilizados para avaliação da modelagem hidrodinâmica elaborada com o modelo ROMS, que também faz parte do diagnóstico. A avaliação da modelagem hidrodinâmica apresentada nos relatórios de modelagem de dispersão de óleo mostrou que os resultados do ROMS apresentaram uma boa aproximação com os dados medidos pelos derivadores, tanto nas amplitudes das oscilações quanto nas fases. Para quantificação das comparações apresentadas, foi feita uma análise estatística calculando o índice de Wilmot (1982). Os valores médios do índice de Wilmot (1982) para cada componente das correntes foram superiores a 0,8, indicando uma boa correlação entre os dados medidos e os resultados do modelo.

¹ Método de regressão usado em estatística e geoestatística para interpolação de dados.

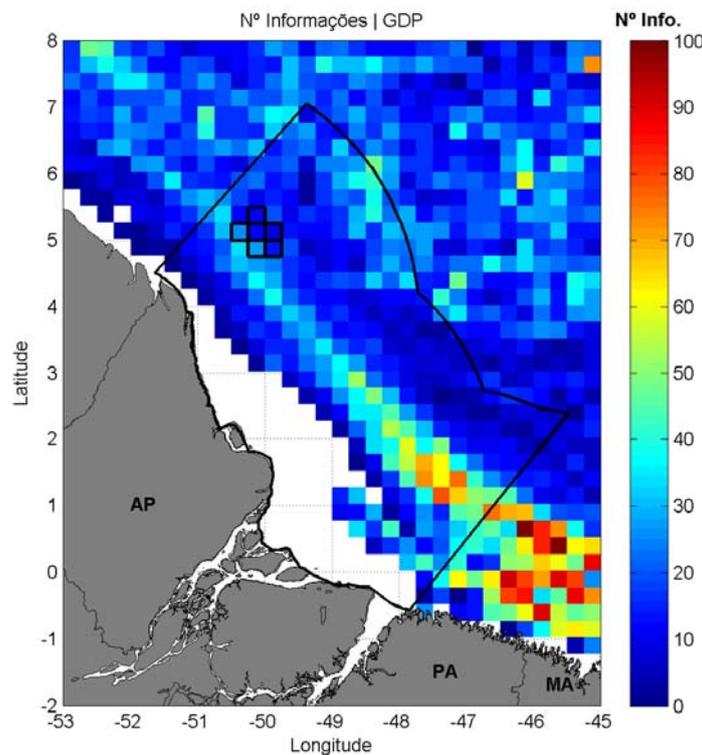


FIGURA 36: Cobertura espacial dos dados do Global Drifter Program (GDP) na área do estudo.

Além dos dados de derivadores, a modelagem hidrodinâmica foi avaliada através das seguintes comparações:

- Comparações dos valores de elevação do mar com os obtidos a partir das constantes harmônicas de cinco estações maregráficas (Ponta dos Índios – AP, Plataforma Penrod – AP, Ilha das Pacas – PA, Ilha dos Irmãos – MA e Mangunça - MA) do Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras da Fundação de Estudos do MAR (FEMAR).
- Comparação entre os dados de médias mensais da temperatura da superfície do mar (TSM) obtidas com a modelagem hidrodinâmica elaborada com o ROMS para o período de Janeiro de 2013 a Dezembro de 2013, e as médias mensais da TSM obtidas de dados satelitais disponibilizados pelo NCOF (*National Center for Ocean Forecast*) através do produto OSTIA (*Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis*) para o mesmo período.
- Comparação da representação da estrutura vertical de temperatura e salinidade, na região de interesse com os dados da climatologia WOA13 (*World Ocean Atlas 13*) do *National Oceanographic Data Center* (NODC).
- Comparação dos padrões de correntes ao longo da coluna d'água com dados de corrente dos fundeios K327 e K339, obtidos do Programa *Current Meter Data do World Ocean Circulation Experiment* (WOCE), da *Oregon State University*.

As análises comparativas realizadas nos deram confiança para utilização dos resultados da modelagem hidrodinâmica como subsídios para compreensão da circulação hidrodinâmica na área de estudo.

Entende-se a preocupação da CGPEG em relação à necessidade de mais dados oceanográficos na região, sobretudo nas regiões costeiras e na plataforma continental interna, onde a complexa interação entre a pluma do rio Amazonas, correntes costeiras e marés resultam em um ambiente altamente energético e bastante complexo. Como pôde ser visto no Workshop sobre Modelagem Hidrodinâmica na Margem Equatorial Brasileira, promovido pelo IBP em 2014, esta região é foco de pesquisas científicas conduzidas por diversas instituições, embora reconheça-se que ainda existem questões a serem exploradas para a compreensão dos processos hidrodinâmicos e sedimentológicos nesta região. Fenômenos como a propagação da maré na rede estuarina e nas planícies alagáveis da região, bem como os mecanismos de formação de depósitos lamosos e arenosos na região, por exemplo, são de fundamental importância para o gerenciamento costeiro, para navegação estuarina e até para o transporte de poluentes na região costeira e estuarina. Já no que diz respeito à área da atividade, localizada em região oceânica, o estudo fez um recorte do conhecimento estabelecido sobre as variáveis oceanográficas na região da atividade e utilizou uma abordagem compatível com os processos que são importantes para a atividade em questão. Conforme demonstrado na resposta ao questionamento 10 deste item, a modelagem hidrodinâmica (ROMS) utilizada tanto no diagnóstico como na modelagem de dispersão de óleo apresentou bons resultados, não só na área dos blocos como em regiões rasas com forte influência de maré. Tendo em vista que os blocos de exploração em questão estão localizados a mais de 100 Km da costa e pelas razões que mostraremos a seguir, entende-se que o conjunto de dados oceanográficos e de ferramentas computacionais utilizadas no estudo são suficientes para a compreensão das características físicas importantes na região e para uma correta avaliação dos impactos potenciais associados com a atividade.

Sem dúvida que um maior número de medições, seja em que província fisiográfica forem feitas, traria contribuições ao entendimento da dinâmica oceanográfica da região da atividade e das possíveis trajetórias dos poluentes lançados ao mar na área da atividade. No entanto, como mostraremos a seguir, neste caso específico, entendemos que os dados analisados e as modelagens apresentadas já são suficientes para embasar os estudos ambientais apresentados, incluindo os respectivos Planos de Emergência Individual, Análises de Riscos Ambientais, Análises de Vulnerabilidade e Avaliações de Impactos. Faremos a seguir algumas ponderações sobre a indispensabilidade desses dados, à luz das análises de dados e dos resultados de modelagem apresentados no estudo.

As correntes na região dos blocos fluem no sentido NW, seguindo o fluxo principal da Corrente Norte do Brasil (CNB). Isto ficou claro em todos os dados analisados e indica que um eventual vazamento de poluente na área dos blocos inicialmente seguiria no sentido NW. Para verificação das possíveis trajetórias de poluentes lançados ao mar na área dos blocos buscou-se utilizar dados dos derivadores do GDP. Foram considerados todos os deriva dores presentes no domínio de 4,0° S a 14,5° N, e 30,0° W a 58,0° W entre os anos de 1979 e 2013. Em seguida, foram utilizados os derivadores cuja trajetória passou a uma margem de 1° do centro dos blocos e que possuíam tempo de vida superior a 20 dias. Com esses critérios, chegou-se a um total de 84 derivadores, cujas trajetórias estão apresentadas na **FIGURA 37**.

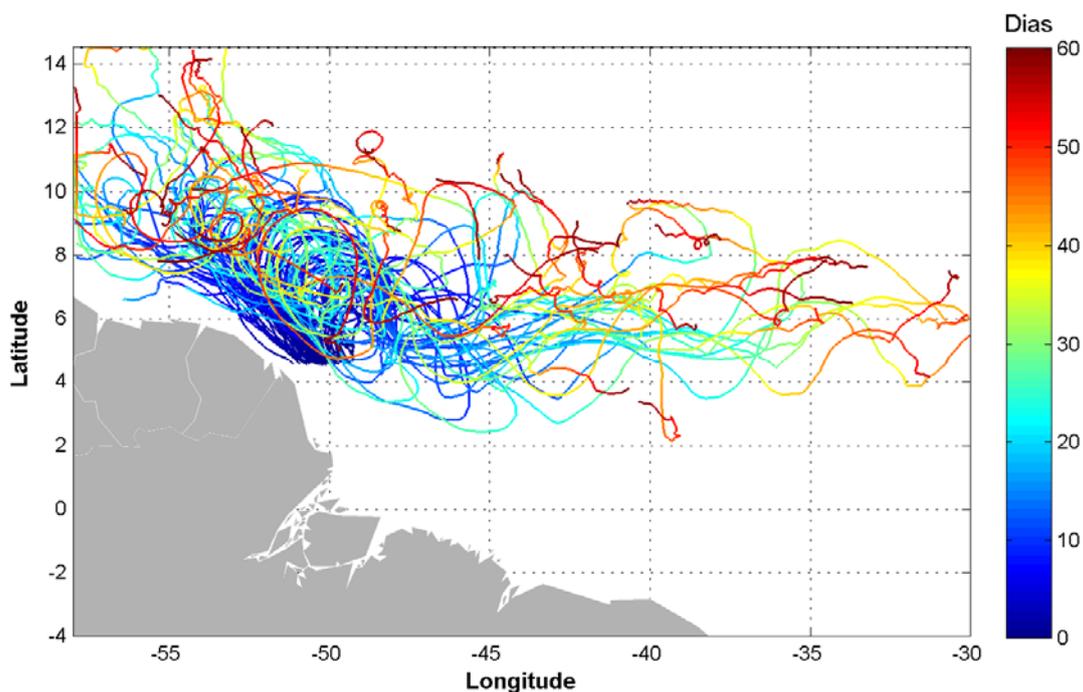


FIGURA 37: Trajetórias dos derivadores do GDP (84 derivadores) a partir da vizinhança do ponto de vazamento. A escala de cor está relacionada à duração da trajetória.

Além do fluxo para NW associado à CNB, a retroflexão e os meandros da CNB se mostram muito importantes na advecção dos derivadores para leste, seguindo o fluxo da Contra-Corrente Norte Equatorial (CCNE). Os derivadores que foram para leste permaneceram nessa direção e não foram verificados deslocamentos em direção à costa, mesmo 60 dias após a passagem destes pela região dos blocos.

Um padrão de deslocamento parecido com o dos derivadores do GDP foi obtido através das modelagens de dispersão de óleo apresentadas nos estudos. Destaca-se que, diferentemente das trajetórias dos derivadores do GDP, as trajetórias das manchas de óleo nas modelagens são governadas não somente pela corrente superficial, mas também pela ação dos ventos.

A FIGURA 38 FIGURA 38: Mapa de probabilidade de presença de óleo em superfície, para um vazamento de *blowout* de 30 dias no período de inverno. Simulação de 60 dias.

e a **FIGURA 39** mostram resultados de probabilidade de presença de mancha de óleo para os cenários acidentais de vazamento a partir de quatro pontos localizados nos blocos FZA-M-57, FZA-M-86, FZA-M-88, FZA-M-125 e FZA-M-127, na Bacia da Foz do Amazonas. Este resultado é uma integração das áreas com probabilidade de presença obtidas nos relatórios de modelagens elaboradas para o bloco FZA-M-59, operado de BP Energy do Brasil Ltda (BP), cujo ponto está localizado na intersecção dos blocos FZA-M-57,

FZA-M-86 e FZA-M-88, e para o bloco FZA-M-90, operado pela Queiroz Galvão Exploração e Produção (QGEP), cujo ponto está localizado na intersecção dos blocos FZA-M-88, FZA-M-125 e FZA-M-127.

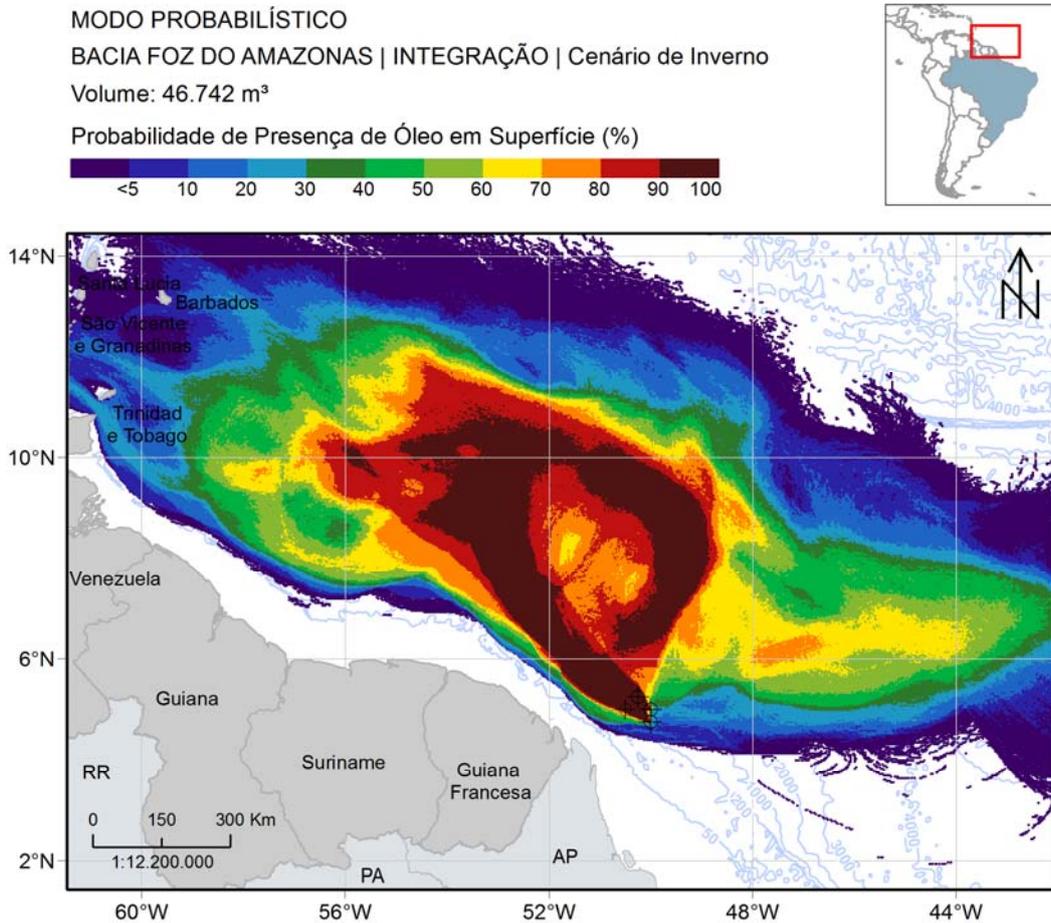


FIGURA 38: Mapa de probabilidade de presença de óleo em superfície, para um vazamento de *blowout* de 30 dias no período de inverno. Simulação de 60 dias.

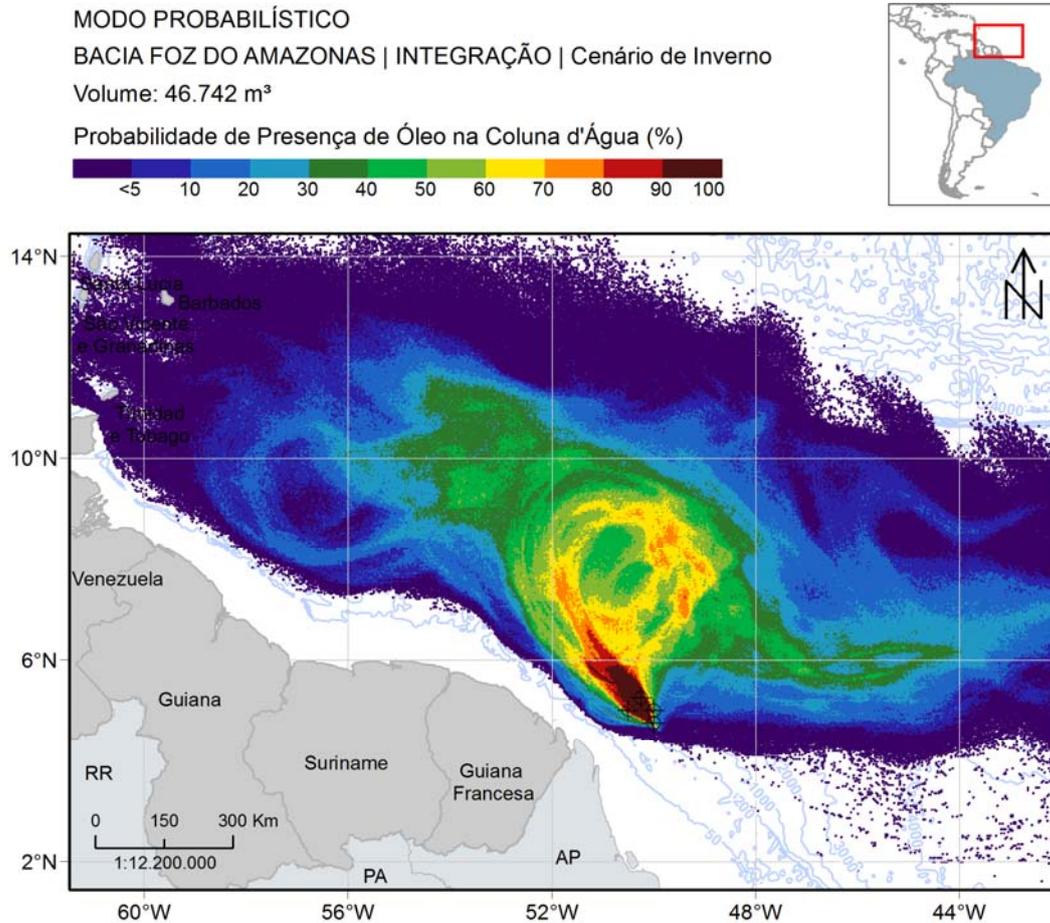


FIGURA 39: Mapa de probabilidade de presença de óleo na coluna d'água, para um vazamento de *blowout* de 30 dias no período de inverno. Simulação de 60 dias.

Diante do exposto, e considerando que:

- Os blocos estão a uma distância superior a 100 km em relação à costa;
- Os padrões de correntes e trajetórias são muito marcados nas diversas análises aqui apresentadas;
- Os resultados da modelagem hidrodinâmica mostraram-se coerentes tanto na região da Corrente Norte do Brasil, quanto na plataforma continental em região de forte influência de marés;
- Os estudos não identificaram a presença potencial de poluentes oriundos de vazamentos nas regiões mais rasas e sujeitas a complexa interação entre a pluma do rio Amazonas, correntes costeiras e marés;

Acredita-se que uma campanha de coleta de dados oceanográficos primários de 1 ano com o uso de fundeios ou derivadores, executada num contexto de licenciamento ambiental, por mais abrangente que seja, não vá modificar, de maneira significativa, os padrões muito marcados de correntes e trajetórias que foram identificados no estudo e que geraram os resultados de modelagem apresentados.



Referências Bibliográficas

AOML, 2013. Disponível em: <http://www.aoml.noaa.gov/>. Acessado em outubro de 2013.

ALESSI, C.A., LENTZ, S.J., BEARDSLEY, R.C., CASTRO, B.M. e GEYER, W.R., 1992, “A multidisciplinary Amazon Shelf SEDiment Study (AmasSeds): physical oceanography moored array component”, WHOI Technical Reports, Physical Oceanography, WHOI-92-36.

GABIOUX, M., VINZON, S. e PAIVA, A.M., 2005, “Tidal propagation over fluid mud layers in the Amazon Shelf”, *Continental Shelf Research*, v. 25 (1), pp. 113-125.

GALLO, M. N., 2004, A Influência da Vazão Fluvial sobre a Propagação da Maré no Estuário do Rio Amazonas. Dissertação M.Sc., Engenharia Oceânica COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

GEYER, W.R.; BEARDSLEY, R.C.; CANDELA, J.; CASTRO, B.M.; LEHECKIS, R.V.; LENTZ, S.J.; LIMEBURNER, R.; MIRANDA, L.B.; TROWBRIDGE, J.H., 1991, “The Physical Oceanography of the Amazon Outflow”, *Oceanography*, (April), pp. 8-14.

LENTZ, S.J. AND LIMEBURNER, R., 1995, “The Amazon River Plume during AMASSEDS: Spatial characteristics and salinity variability”, *Journal of Geophysical Research*, v. 100, n. C2, pp. 2355-2375.

NIKIEMA, O., DEVENON, JL., BAKLOUTI, M., 2006, “Numerical modeling of the Amazon River plume”, *Continental Shelf Research*, v. 27, pp. 873-899.

PIANCA, C.; MAZZINI, P.L.; SIEGLE, E. 2010. Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58(1): 53-70.

VILELA, C. P. X. 2011. INFLUÊNCIA DA HIDRODINÂMICA SOBRE OS PROCESSOS DE ACUMULAÇÃO DE SEDIMENTOS FINOS NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS. Tese de doutorado – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Oceânica, 2011. 85 p.

VINZON, S. e MEHTA, A., 2001, Boundary layer effects due to suspended sediment in the Amazon River estuary, In: *Coastal and Estuarine Fine Sediment Processes*, Marine Science Series (3), Elsevier, pp. 359-372.

WILMOT, C. J. 1982. Some Comments on the Evaluation of Model Performance. *Bulletin American Meteorological Society*. Vol. 63, No. 11, pp. 1309-1313.