



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA BASE DE DADOS DE ONDAS DO SISTEMA DE MODELAGEM COSTEIRA – BRASIL PARA A COSTA LESTE DO BRASIL

EVALUATION OF QUALITY OF THE WAVE DATABASE OF THE COASTAL MODELING SYSTEM – BRAZIL TO THE EASTERN COAST OF BRAZIL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA BASE DE DATOS DE ONDAS DEL SISTEMA DE MODELADO COSTEIRA - BRASIL PARA LA COSTA ESTE DEL BRASIL

Gabriela Amado Frutuoso

Graduanda em Geografia – UFBA

E-mail: gabriela.amadofrutuoso@gmail.com

Junia Kacenenbogen Guimarães

Departamento de Geografia - UFBA

Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFBA

E-mail: jkg@ufba.edu.br

Iracema Reimão Silva

Departamento de Oceanografia - UFBA

Programa de Pós-Graduação em Geologia - UFBA

E-mail: iracema@pq.cnpq.br

RESUMO:

O propósito do presente trabalho foi avaliar a qualidade do banco de dados de ondas do programa SMC – BRASIL, sobretudo quanto à existência no mesmo de ondas de NE, em um trecho da costa leste brasileira. Para isso, foram realizadas modelagens em regiões cujos indicadores geomorfológicos indicassem deriva litorânea para os quadrantes SE e SO, que teoricamente seriam causadas por estas ondas, nos municípios de Ilhéus/BA, Prado/BA e Itaúnas/ES. No banco de dados do SMC, foram identificadas ondas de NE apenas em Prado (0,01%). Ondas de ENE foram identificadas em Prado (3,01%), Ilhéus (0,02%) e Itaúnas (0,02%). Em todos os casos, as ocorrências foram em quantidade bem menor do que as registradas em estatísticas de ondas e na literatura. O transporte litorâneo modelado para as três áreas direcionou-se para N, NE e NO, de forma contrária ao esperado pela configuração dos pontais arenosos presentes. As correntes costeiras modeladas para ondas de NE e de ENE direcionam-se para os quadrantes SE e SO, o que demonstra que as correntes geradas pelo programa são coerentes; e que o problema do programa é a pequena quantidade dessas ondas presentes em seu banco de dados, o que afeta o resultado do transporte litorâneo resultante.

Palavras Chave: SMC; Deriva Litorânea; Regime de Ondas, Costa Leste do Brasil.

ABSTRACT:

The purpose of the present work was to evaluate the quality of the wave database of the SMC - BRASIL program, especially regarding the existence of NE waves in a stretch of the Brazilian eastern coast. For this, modeling was performed in regions whose geomorphological indicators indicated coastal drift to the SE and SO quadrants, which theoretically would be caused by these waves, in the municipalities of Ilhéus / BA, Prado / BA, and Itaúnas / ES. In the SMC database, NE waves were only identified in Prado (0.01%). ENE waves were identified in Prado (3.01%), Ilhéus (0.02%) and Itaúnas (0.02%). In all cases, the occurrences were much smaller than those recorded in wave statistics and in the literature. The coastal transport modeled for the three areas was directed to N, NE and NO, in a way contrary to the one expected by the configuration of the sand spits present. Coastal currents modeled for NE and ENE waves are directed to the SE and SO quadrants, which demonstrates that the currents generated by the program are coherent; and that the program

problem is the small amount of these waves present in your database, which affects the result of the effective coastal transport.

Keywords: SMC. Littoral Drift; Wave Regime; East Coast of Brazil.

RESUMEN:

El propósito del presente trabajo fue evaluar la calidad del banco de datos de ondas del programa SMC - BRASIL, sobre todo en cuanto a la existencia en el mismo de ondas de NE, en un tramo de la costa este brasileña. Para ello, se realizaron modelados en regiones cuyos indicadores geomorfológicos indicaran deriva litoral para los cuadrantes SE y SO, que teóricamente serían causadas por estas olas, en los municipios de Ilhéus/BA, Prado/BA, e Itaúnas/ES. En la base de datos del SMC, se identificaron ondas de NE sólo en Prado (0,01%). Las olas de ENE fueron identificadas en Prado (3,01%), Ilhéus (0,02%) e Itaúnas (0,02%). En todos los casos, las ocurrencias fueron en cantidad mucho menor que las registradas en estadísticas de ondas y en la literatura. El transporte costero modelado para las tres áreas se dirigió hacia N, NE y NO, de forma contraria a lo esperado por la configuración de los punteros arenosos presentes. Las corrientes costeras modeladas para ondas de NE y de ENE se dirigen a los cuadrantes SE y SO, lo que demuestra que las corrientes generadas por el programa son coherentes; y que el problema del programa es la pequeña cantidad de estas ondas presentes en su base de datos, lo que afecta el resultado del transporte costero resultante.

Palabras clave: SMC; Deriva Costera; Régimen de Olas; Costa Este de Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O Sistema de Modelagem Costeira (SMC), desenvolvido por pesquisadores do Grupo de Engenharia Oceanográfica y de Costas (G.I.O.C.), da Universidade de Cantábria, na Espanha, constitui-se num programa de modelos numéricos e metodologias que auxiliam o trabalho de gerenciamento costeiro (GIOC, 2003). Por iniciativa do Ministério do Meio Ambiente do Brasil, foi criada uma versão brasileira do programa, denominado SMC-Brasil, que é uma ferramenta gratuita e que começou a ser utilizada em estudos na costa brasileira (RODRIGUES, 2014; OGANAUSKAS *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2016, 2017.).

Ao contrário de outros programas de modelagem costeira disponíveis, o SMC-Brasil apresenta além dos modelos numéricos, um banco de dados local, com dados batimétricos, provenientes das cartas náuticas brasileiras, e um banco de dados de ondas do Atlântico Sul. A associação a um banco de dados torna o programa prático, dado que a compilação e inserção desses dados para a realização das modelagens é uma atividade bastante trabalhosa para o usuário.

Contudo, embora o programa admita a entrada de dados batimétricos diversos para a realização das modelagens, permitindo, portanto, a utilização de batimetrias mais detalhadas do que as fornecidas pela base de dados, o mesmo não pode ser feito em relação ao banco de dados de ondas.

Dessa forma, torna-se fundamental verificar a qualidade desse banco de dados, bem como se as suas eventuais limitações implicam em resultados deficientes para o trabalho de gerenciamento costeiro no litoral brasileiro.

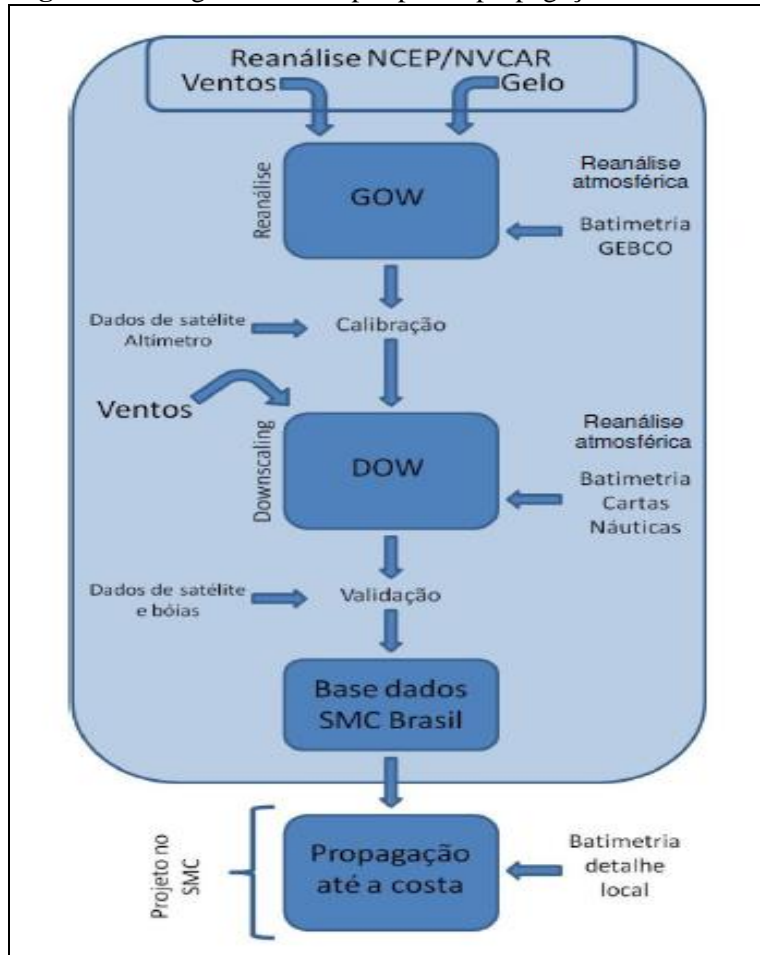


O SMC-Brasil aparenta apresentar inexpressiva representação de ondas provenientes de NE em seu banco de dados, com poucos ou nulos registros dessas ondas, em áreas da costa leste brasileira. A hipótese que norteou esse trabalho é que a ausência de registro adequado dessas ondas afeta os resultados do transporte litorâneo efetivo nos segmentos da costa brasileira submetida às ondas de NE provenientes do Anticiclone do Atlântico Sul, como ocorre no sul do Estado da Bahia e no Espírito Santo. Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de avaliar o banco de dados do programa especificamente no setor da costa brasileira entre as latitudes de 13 e 20°S, entre as cidades de Salvador/BA e Vitória/ES.

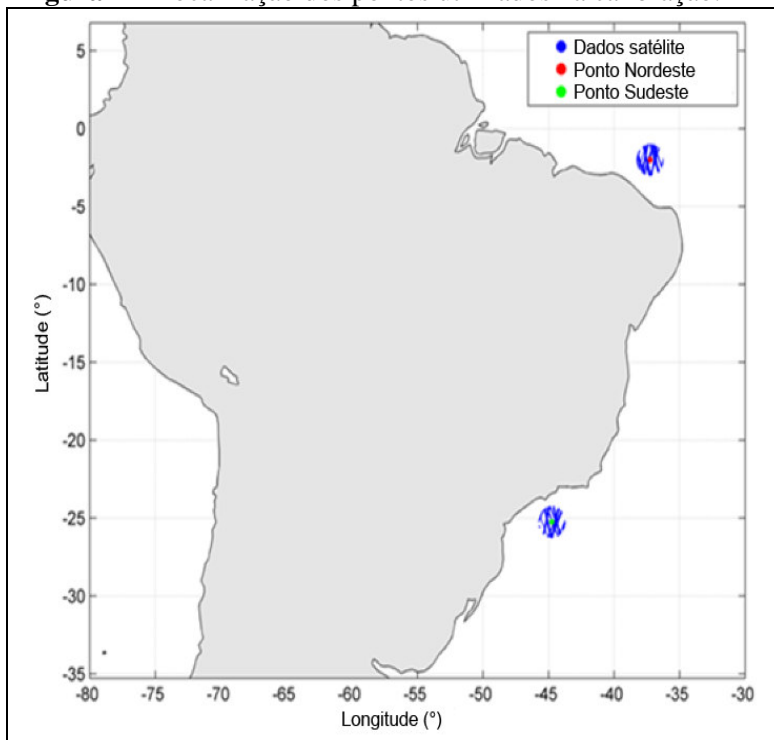
2 BANCO DE DADOS DE ONDA DO SISTEMA DE MODELAGEM COSTEIRO – BRASIL (SMC-BRASIL)

Os dados de ondas presentes no SMC-Brasil foram gerados em duas etapas. A primeira etapa gerou dados globais distribuídos em uma rede de pontos denominados *Global Ocean Waves (GOW)*, que é obtida por meio de métodos numéricos de reanálise, que possibilita a caracterização geral das ondas em águas profundas. A segunda etapa consistiu na transferência dessas ondas, através de uma metodologia de propagação denominada *downscaling*, até uma posição intermediária, cujos dados são distribuídos em uma rede de pontos denominados *Downscaled Ocean Waves (DOW)*. Para o cálculo das correntes costeiras e do transporte litorâneo efetivo, a partir de um ponto *DOW* é feita uma nova propagação até a costa, em malhas criadas pelo usuário, utilizando o modelo numérico denominado OLUCA (IH-CANTÁBRIA, 2013). A figura 1 mostra de forma esquemática as etapas de geração de dados de ondas do SMC, bem como a fonte dos dados batimétricos utilizados pelo programa.

A primeira etapa de geração dos dados de ondas do SMC, que origina o banco de dados *GOW*, foi calibrada a partir de dados de boias e de imagens satelitais em dois pontos localizados no norte e no sul do país (Figura 2). No Norte verificam-se ondas de norte, nordeste, leste e sudeste; e no sul, maior incidência de ondas de sudoeste, sul e sudeste, como pode ser visto na figura 3 que mostra, além dos quantís de alturas de ondas selecionadas para calibração, a distribuição e a direção das ondas no norte e no sul do país nessa primeira etapa de geração dos dados de ondas do SMC (IHCANTÁBRIA, 2013).

Figura 1 – Diagrama das etapas para a propagação das ondas

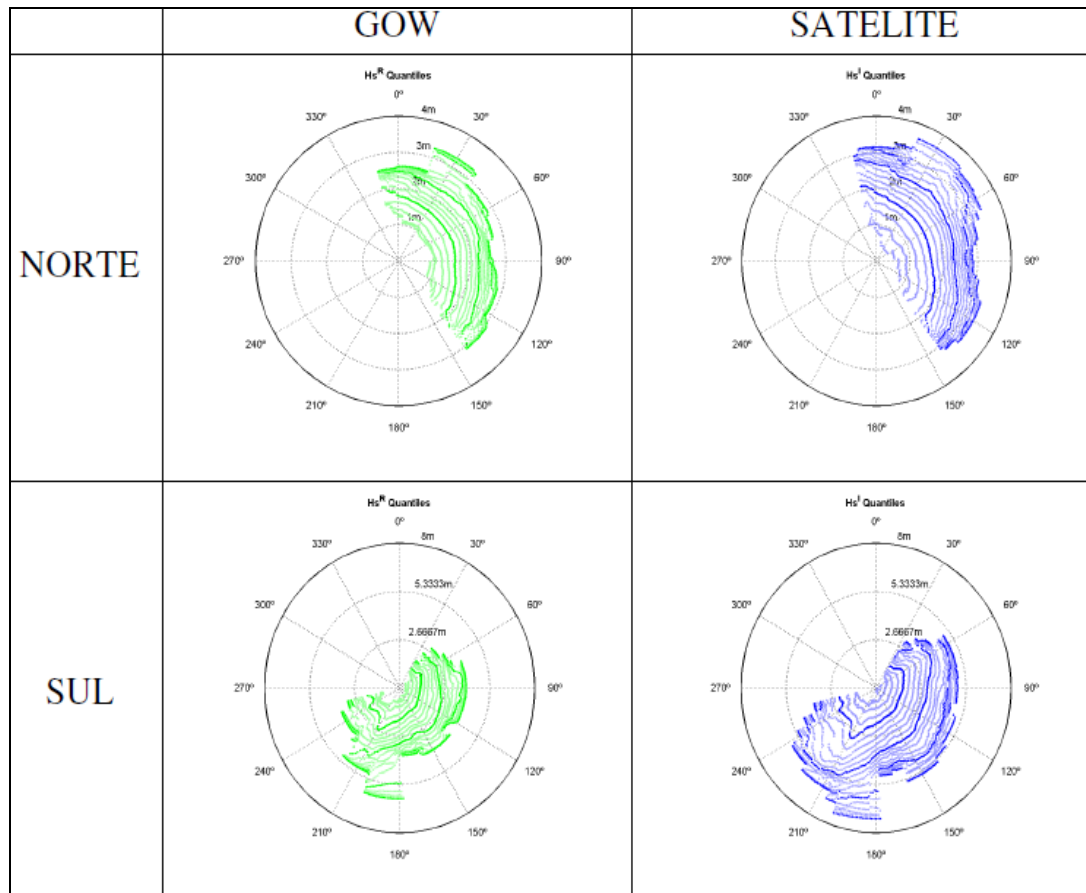
Fonte: Documento Temático de Ondas, SMC (2013)

Figura 2 – Localização dos pontos utilizados na calibração.

Fonte: Documento Temático de Ondas, SMC (2013)



Figura 3 – Quantís de alturas de ondas selecionados para calibração em um ponto do litoral Norte e Sul brasileiro



Fonte: Documento Temático de Ondas, SMC (2013)

3 SISTEMA DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA

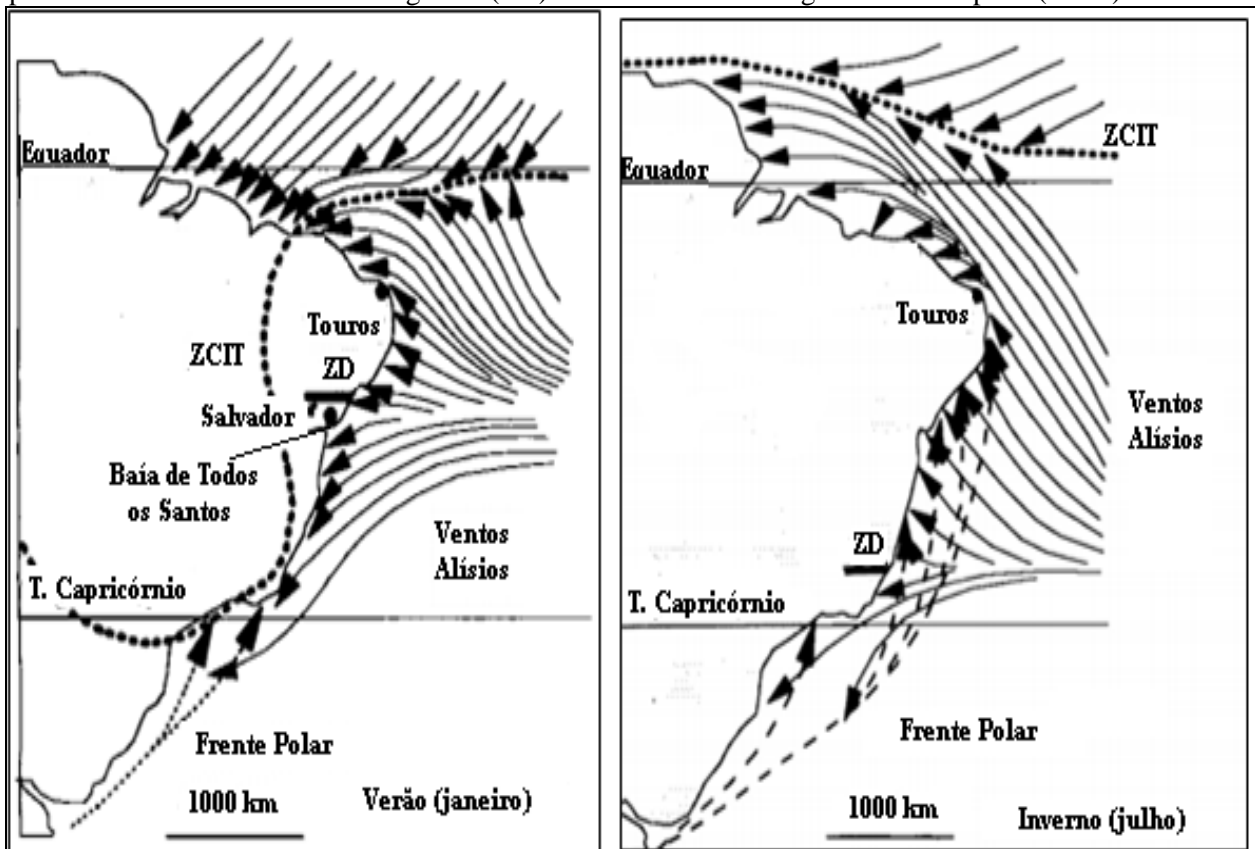
Os padrões de ventos no Atlântico Sul adjacente à costa leste brasileira são controlados pelo centro de alta pressão do Atlântico Sul, também denominado Anticiclone (ou Alta) Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), e pela posição da Zona Convergência Intertropical (ZCIT). Ambos apresentam variações sazonais de posicionamento, alterando o sentido dos ventos conforme a estação do ano. Essas mudanças sazonais são relativamente bem conhecidas (NIMER, 1989; MARTIN *et al.*, 1998; PEZZI & SOUZA, 2009).

De acordo com Martin *et al.* (1998), os ventos incidentes na costa leste do Brasil se originam do Anticiclone do Atlântico Sul e são de SE ou de NE, conforme a região esteja, respectivamente, ao norte ou ao sul da denominada Zona de Divergência (em torno da qual predominam ventos de E). Esta Zona, que marca a região na costa na qual os ventos provenientes do Anticiclone mudam de direção, tem sua localização variando durante o ano: apresenta sua posição mais ao sul em julho, ficando em torno de 20°S (próximo à latitude de Vitória/ES), e sua posição mais ao norte em janeiro, em torno de 13°S (próximo à latitude de Salvador/BA) (Figura 4).

Essa mudança sazonal de posicionamento é controlada tanto pelos posicionamentos do Anticiclone, como também da Zona de Convergência Intertropical (Martin *et al.*, 1998).

Os movimentos da Zona de Divergência durante o ano fazem com que a região entre Vitória/ES e Salvador/BA receba ventos de NE provenientes do Anticiclone, em uma significativa parte do ano (primavera e verão), enquanto na outra parte do ano (outono e inverno) predominam ventos do quadrante SE (Figura 4).

Figura 4 - Circulação Atmosférica na costa brasileira no verão e no inverno, com destaque para o posicionamento da Zona de Divergência (ZD) e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

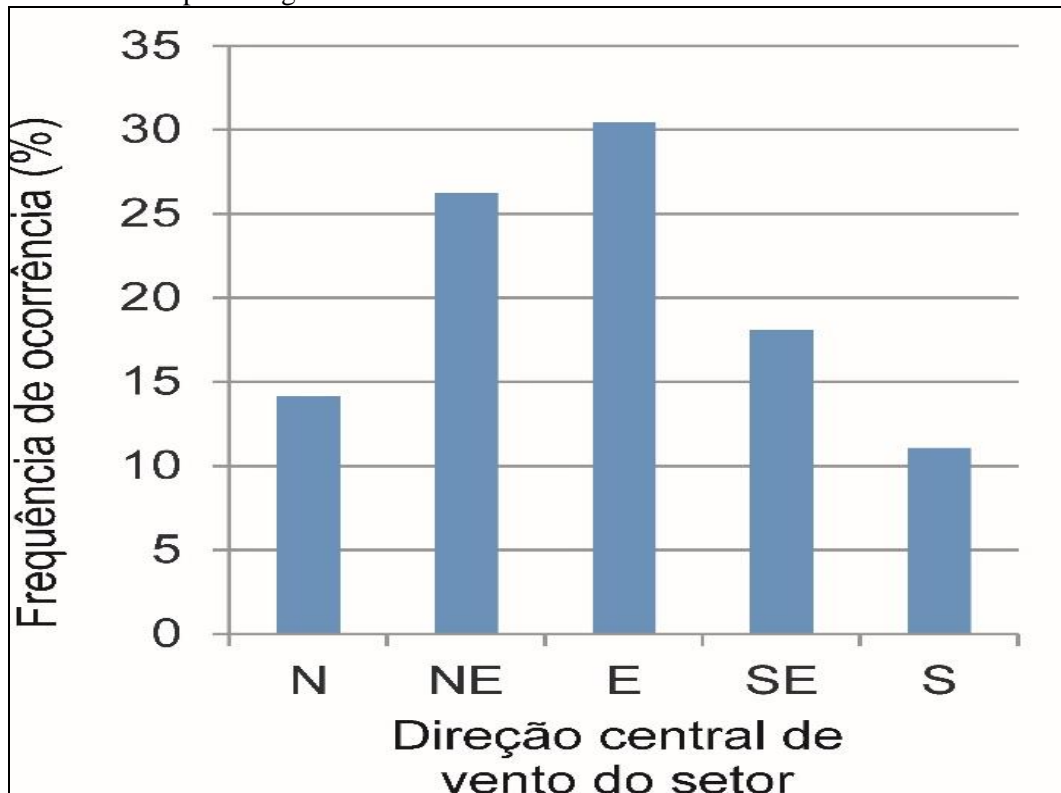


Fonte: Martin, 1998 (modificado).

Dados de ventos disponíveis do DHN (1993), para a quadrícula entre as latitudes entre 15 e 20°S e longitudes entre 30 e 35°S, que corresponde à região ao largo da costa leste brasileira, indicam a presença de ventos de E (30%), seguido por ventos de NE (26%), SE (18%), N (14%) e S (11%) (Figura 5). Esses dados estatísticos são coerentes com o padrão de circulação descrito acima.



Figura 5 - Frequência anual de ocorrência de ventos da quadrícula entre as latitudes de 15 e 20°S e longitudes de 30 e 35°W, que corresponde à região ao largo da costa leste brasileira. Na estatística não foram considerados ventos dos quadrantes NO e SO, por sua ocorrência ser pouco significativa



Fonte: DHN, 1993 (modificado)

4 CLIMA DE ONDAS

Conforme afirma Martin *et al.* (1998), devido à extrema constância na velocidade e direção dos ventos alísios e à localização da costa leste do Brasil, situada inteiramente dentro do cinturão de ventos alísios, as ondas geradas por esses ventos influenciam fortemente essa porção da costa brasileira, e as estatísticas mostram a relação direta entre a direção e a velocidade dos ventos alísios e a direção, altura e período das ondas que atingem a costa leste do Brasil (MARTIN *et al.*, 1998).

Estatísticas de ondas, com base em observações de navios, como as de Hogben & Lumb (1967) e as de US NAVY (1978) corroboram essa afirmativa (Figura 6). Segundo as estatísticas de Hogben & Lumb (1967), predominam entre as latitudes de 10 e 20°S no Atlântico Sul ao largo da costa brasileira, ondas de ENE (29%) seguida por ondas de E (25%), estando presentes também, nessa ordem de importância, ondas de NNE (18%), N (16%) e ESE (12%). Por sua vez, segundo as estatísticas de US NAVY (1978) predominam ondas de E (54%), seguidas por ondas de SE (34%) e NE (12%).

Merece destaque o fato de que os dados de ondas não devem coincidir com os dados de vento locais, embora estes tenham grande influência sobre o resultado final. Isso ocorre porque em primeiro lugar, os ventos que tem sentido costa a fora não gerarão ondas incidentes no litoral, o que possivelmente explica a pouca influência dos ventos de N, registrados nas estatísticas do DHN (1993), para a incidência de ondas na costa leste brasileira, que tem uma orientação média NNE-SSO, e, portanto, é protegida em relação a essa direção de vento. Em segundo lugar, porque as estatísticas de ondas englobam não apenas ondas geradas pelos ventos locais, como também ondas de outras regiões que alcançam a área, as denominadas ondas *swell*. É de se esperar que ondas *swell* de NE, provenientes dos alísios de NE provenientes do Anticlone de Açores alcancem a porção norte da costa leste brasileira, bem como podem ser esperadas também ondas de *swell* de S e SE ocorrendo preferencialmente na porção sul da área, associadas aos ventos ligados a entradas de frentes frias, mais comuns nas regiões sul e sudeste do país.

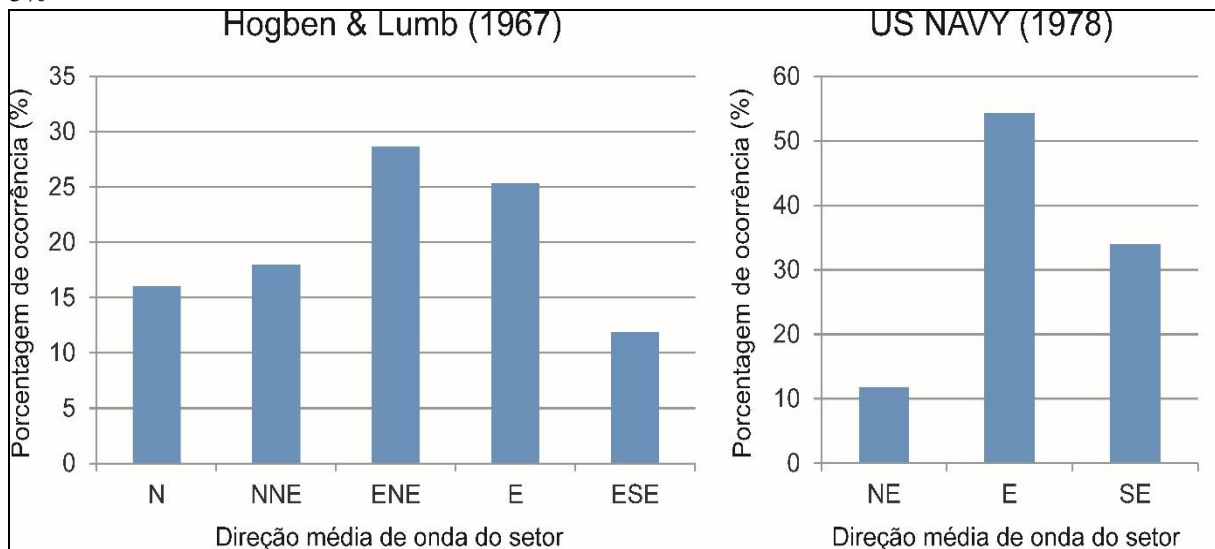
As estatísticas de Hogben & Lumb (1967), para a quadrícula situada entre as latitudes de 10 e 20°S e longitudes de 30 e 40°W, apresentam quantidade significativa de ondas de N, porque se estende em direção ao Oceano Atlântico até a longitude de 30°W, porção oceânica não protegida pela linha de costa brasileira, que tem sua posição mais a oeste em Cabo Branco, na Paraíba, próxima a longitude de 35°W. Essas ondas, porém, não chegam no litoral, que tem orientação NNE-SSO. Além disso, por englobar áreas ao norte da área de estudo desse trabalho, alcançando até a latitude de 10°N, pode apresentar influência do *swell* de NE, mencionado acima, o que pode ser uma das causas da grande incidência de ondas do quadrante NE na estatística (Figura 6).

Por sua vez, nas estatísticas de US NAVY (1978), que se restringem a uma quadrícula entre as latitudes de 13 e 16°S e longitudes de 35 e 38°W, não ocorrem ondas de N, dada que a área é toda protegida dessas ondas pela orientação da linha de costa; como também predominam as ondas de SE sobre as de NE (Figura 6), podendo ter destaque nesse segmento o *swell* de SE mencionado acima.

De qualquer forma, ambas as estatísticas registram ondas de NE acima de 10% ao longo da costa leste brasileira, para além de ondas de E, de SE, bem como de outras direções adjacentes.



Figura 6 - Estatísticas de ondas observadas de navios. No caso das estatísticas de Hogben & Lumb (1967) os dados se referem à quadrícula 37, situada entre as latitudes de 10 e 20°S e longitudes de 30 e 40°W. No caso das estatísticas de US NAVY (1978), os dados referem-se à quadrícula 12, localizada entre as latitudes de 13 e 16°S e longitudes de 35 e 38°W ao largo da costa leste brasileira. Em ambos os casos, não foram consideradas direções de onda cuja frequência de ocorrência anual foi menor que 5%



Fonte: Hogben & Lumb, 1967 (modificado) e US NAVY, 1978 (modificado)

O trabalho realizado por Martin *et al.* (1998) combinou os resultados da circulação atmosférica descritas anteriormente, com as estatísticas de ondas mencionadas (HOGBEN & LUMB, 1967, US NAVY, 1978), e identificou para a região entre Vitória/ES e Salvador/BA, duas frentes-de-ondas prevaletentes: aquelas de NE, provenientes de ventos da mesma direção, presentes durante a primavera e o verão, com altura de 1,0m e período de 5 a 6 segundos; e aquelas de ESE, provenientes de ventos de mesma direção, mais frequentes no outono e inverno, com altura de 1,5m e 6 a 7s de período. Esse padrão é modificado pelo movimento norte das frentes frias, que gera ondas de SSE, e durante os eventos importantes de “El Niño”, quando as ondas geradas pelos sistemas frontais não atingem esse setor (MARTIN *et al.*, 1984; MARTIN *et al.*, 1998).

5 DERIVA LITORÂNEA

De maneira geral, a deriva litorânea na costa leste brasileira tem sentido SO-NE (BITTENCOURT *et al.*, 2000; DOMINGUEZ, 2008, 2011). Contudo pequenas mudanças de orientação da linha de costa podem induzir em escala local sentido inverso de deriva, como ocorre na região de Prado e Alcobaça, ao norte da ponta de Corumbau e na região de Belmonte. Em modelagens de maior detalhe, aparecem derivas de sentido inverso, também em outras regiões da

costa da Bahia, como em Ilhéus, ao norte do porto ali instalado (NASCIMENTO *et al.*, 2007) e na região de Mogiquiçaba (SILVA *et al.*, 2001).

6 METODOLOGIA

Alguns indicadores sedimentológicos, como a diminuição do grão de sedimento no sentido do transporte, e geomorfológicos, em especial o crescimento de pontais arenosos, são bons indicadores de sentido de deriva litorânea (DOMINGUEZ & BITTENCOURT, 1994). Com base no pressuposto de que pontais arenosos ao longo do litoral crescem no mesmo sentido da deriva, foram identificadas áreas na costa leste brasileira que apresentavam pontais arenosos com desenvolvimento para os quadrantes SE e SO, com base na análise de imagens do Google Earth e com dados de transporte litorâneo disponíveis na literatura (BITTENCOURT *et al.* 2000; SILVA *et al.* 2001; NASCIMENTO *et al.*, 2007; DOMINGUEZ, 2008, 2011). Essas áreas foram escolhidas pois as ondas de NE, cuja ocorrência pretendemos investigar, está entre as frentes-de-onda principais que causam esse sentido de transporte na costa leste brasileira, considerando que o sentido do transporte depende apenas da relação entre a direção da frente de onda incidente e a orientação da linha de costa.

Após a seleção das áreas, foi realizado o processo de modelagem através do SMC-Brasil, gerando-se para cada área: i) as estatísticas de ondas de um ponto *DOW* adjacente à linha de costa, ii) a refração das frentes de ondas; iii) as correntes parciais geradas por ondas; iv) o transporte de sedimentos, em perfis praias distribuídos ao longo da costa.

Por fim, realizou-se a comparação entre os resultados modelados e os resultados obtidos através dos indicadores geomorfológicos e da literatura, a fim de verificar se o transporte litorâneo gerado pelo programa SMC-Brasil é coincidente ou não com o sentido do transporte conhecido.

7 RESULTADOS

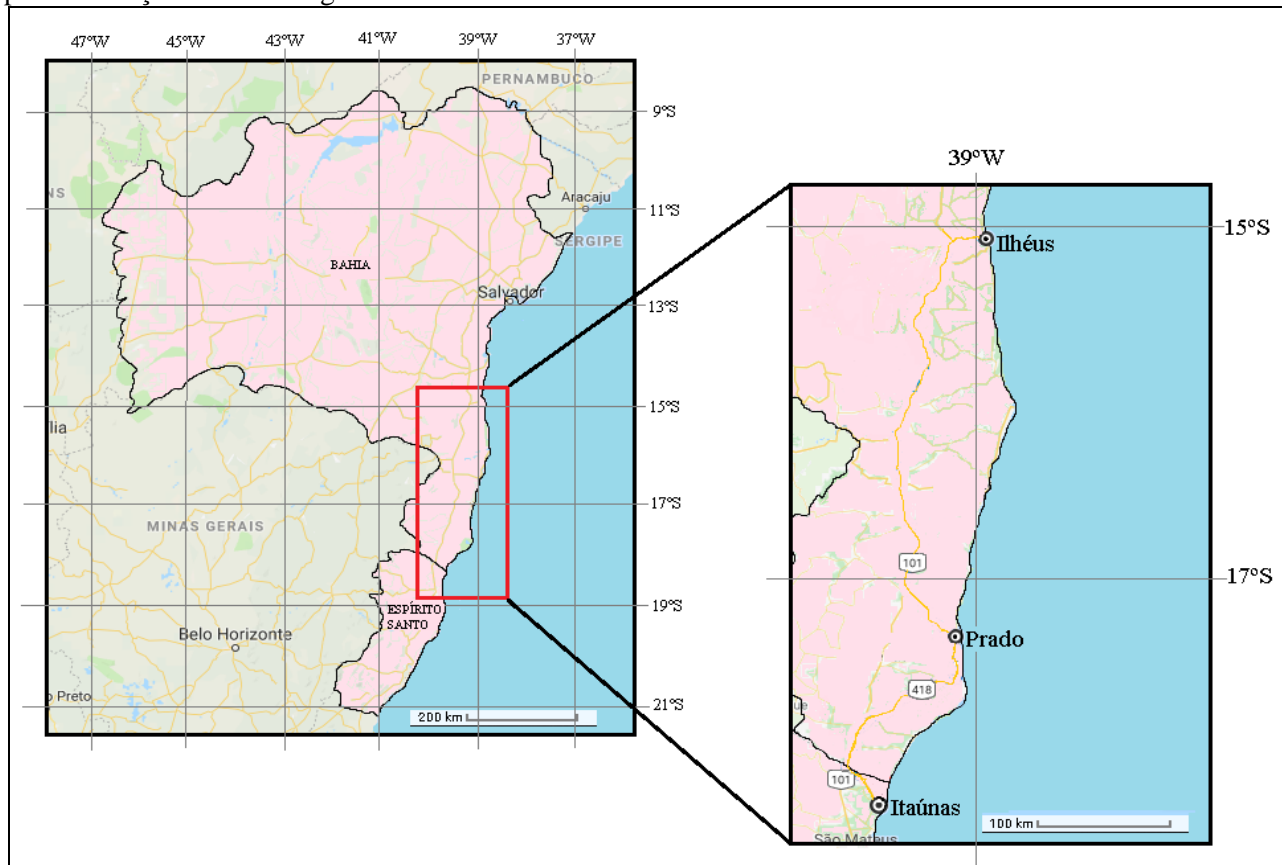
Foram escolhidas três regiões costeiras com a presença de pontais arenosos, indicando deriva litorânea para os quadrantes SE e SO (Figura 7): duas nos municípios de Ilhéus e Prado, ambos no Estado da Bahia, e uma em Itaúnas, no Estado do Espírito do Santo (Figura 8).



Figura 7 - Pontais arenosos migrando para os quadrantes SE e SO em Ilhéus/BA (A), Prado/BA (B) e Itaúnas/ES (C).

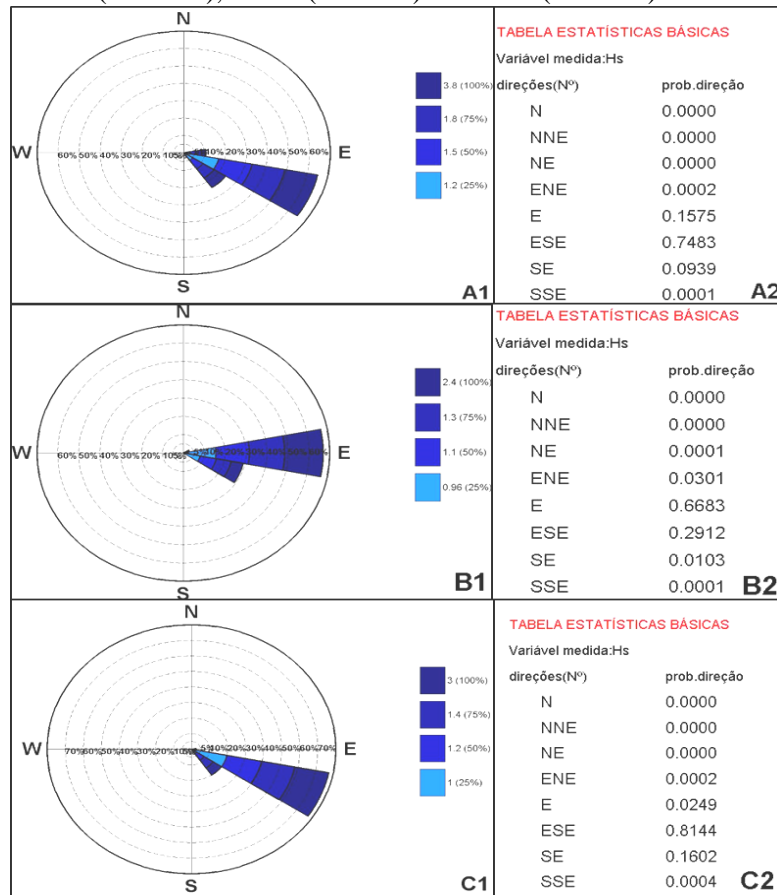


Figura 8 – Setor da costa leste brasileira estudado, com destaque para a sede dos municípios selecionados para realização das modelagens.



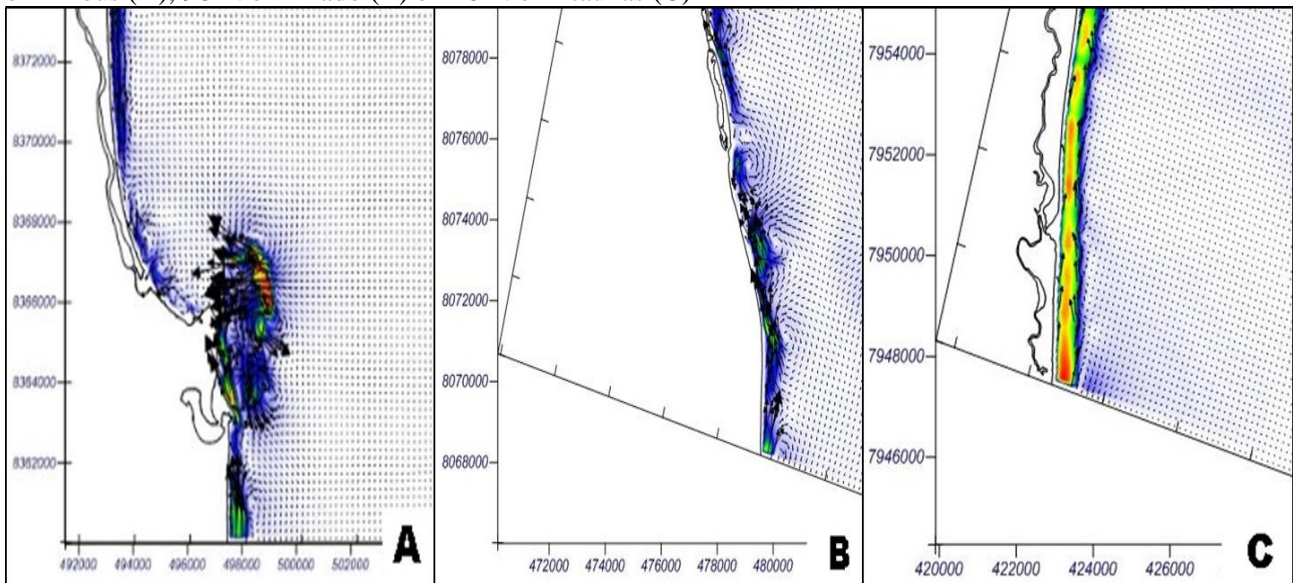
Os resultados das estatísticas dos pontos *DOW* mostraram a existência de ondas de NE apenas em Prado e com uma incidência muito pequena, 0,01%, ocorrendo também ondas de ENE em quantidade pouco significativa, 3,01%. Em Ilhéus e Itaúnas também ocorreram ondas de ENE, porém com frequência bem menor, 0,02% em ambos os casos (Figura 9).

Figura 9 – Registro de ondas em forma de rosa e tabela em Ilhéus (A1 e A2), Prado (B1 e B2) e Itaúnas (C1 e C2).



As correntes costeiras geradas por ondas, que o banco de dados apresenta como de maior probabilidade (106°N em Ilhéus, 98°N em Itaúnas, e 116°N em Prado), resultaram para os quadrantes NE e NO, como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Direção e magnitude das correntes costeiras geradas por ondas de maior probabilidade: 106°N em Ilhéus (A), 98°N em Prado (B) e 116°N em Itaúnas (C)



As correntes costeiras geradas pelas ondas de NE e ENE direcionaram-se para os quadrantes SE e SO (Figura 11), em concordância com derivas parciais geradas para essas frentes de ondas por outros métodos de modelagem, como os utilizados por Bittencourt *et al.* (2000) e por Dominguez (2008 e 2011).

Por sua vez, nas três áreas, o transporte litorâneo efetivo, que resulta da integração das correntes de todas as frentes de ondas incidentes, direcionou-se para os quadrantes NE e NO (Figura 12), ocorrendo em Prado transporte para NO, em Ilhéus para N e NO, e em Itaúnas para N e NE. Esse resultado está coerente com o sentido de corrente obtido para as frentes-de-onda mais frequentes fornecidas pelo programa, que em todos os casos provém do quadrante SE (Figura 10).

O sentido do transporte litorâneo efetivo modelado pelo programa é, portanto, contrário ao sentido da deriva inferido a partir dos pontais arenosos, e também contrário às derivas efetivas calculadas por Bittencourt *et al.* (2000), Silva *et al.* (2001) e Dominguez (2011) para Prado/BA; e à deriva calculada por Nascimento *et al.* (2007) para Ilhéus.

Figura 11 – Direção e magnitude das correntes costeiras em Ilhéus (A), Prado (B) e Itaúnas (C) geradas por ondas de NE ou ENE

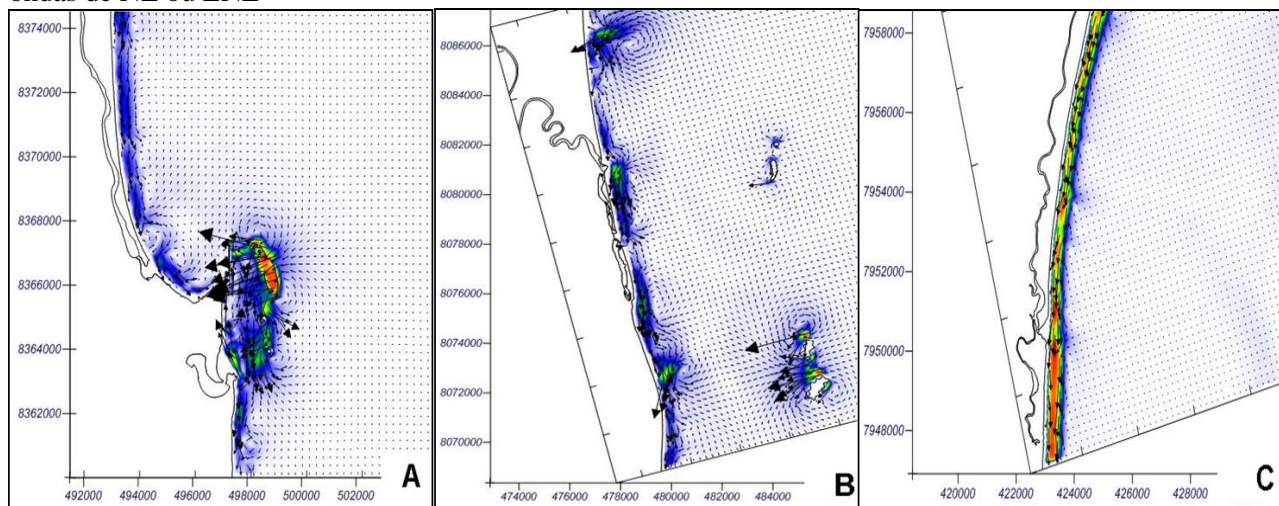
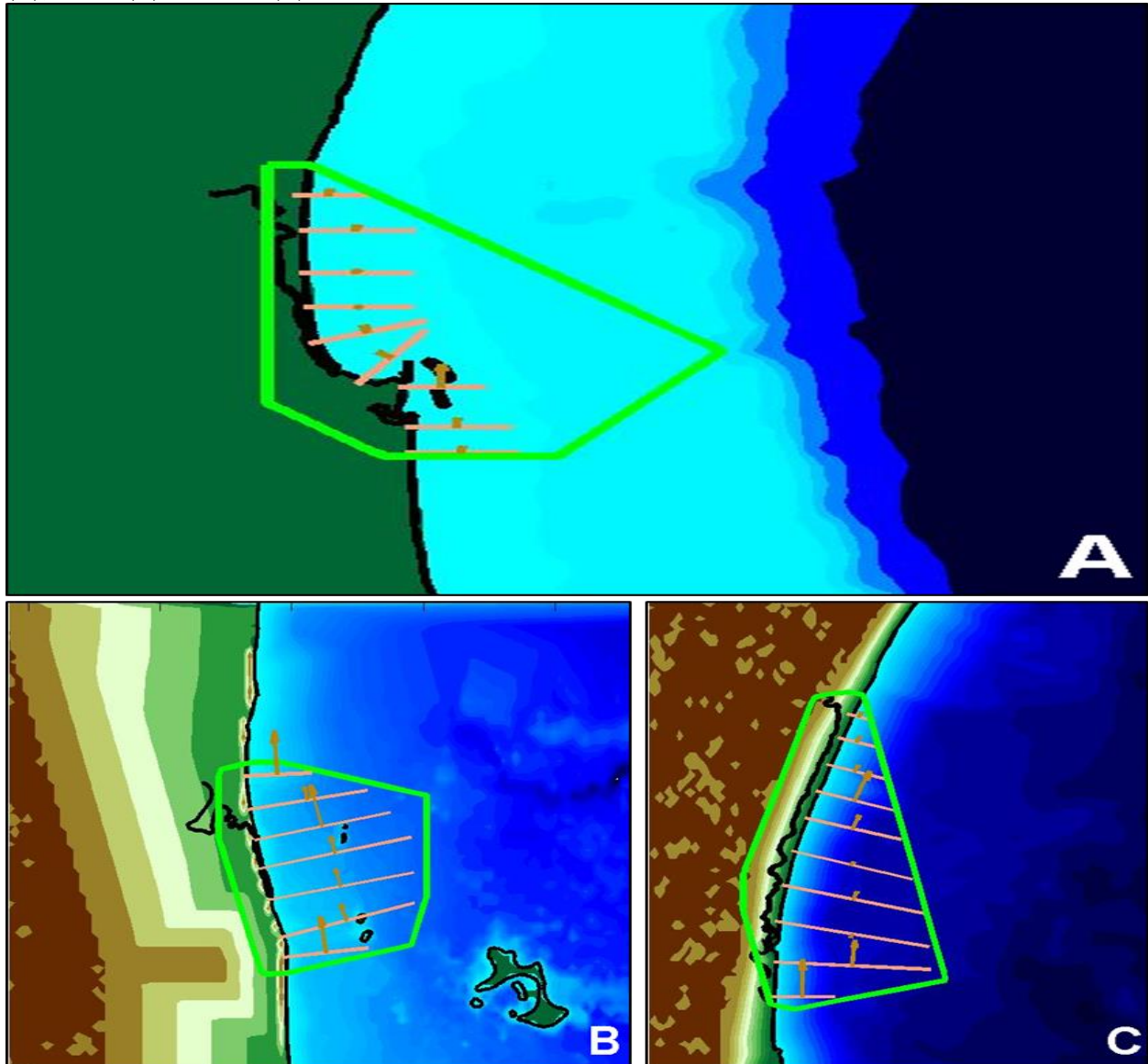


Figura 12 – Sentido e intensidade relativa (setas marrons) do transporte efetivo de sedimentos em Ilhéus (A), Prado (B) e Itaúnas (C)



8 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados demonstram que o banco de dados do SMC-Brasil tem a quantidade de ondas do quadrante NE muito subestimada para a costa leste brasileira. Valores menores do que 1% para Ilhéus e Itaúnas e em torno de 3% para Prado são muito inferiores aos apresentados pelas estatísticas de ventos e ondas disponíveis, mesmo considerando as diferenças entre elas, o que dificulta uma comparação aprofundada.

Além disso, os resultados demonstraram que essa deficiência tem implicação, como esperado, no cálculo do transporte de sedimentos.



Já em relação às correntes costeiras geradas por ondas desse quadrante, os resultados são coerentes, porém como essas ondas são subestimadas pelo banco de dados do programa, o resultado do transporte litorâneo, que considera todas as ondas incidentes, fica comprometido.

Quando analisamos a origem do banco de dados de ondas do programa não deixa de chamar a atenção a pequena quantidade de pontos de calibração, apenas dois, e nenhum deles ao largo da costa leste brasileira, o que certamente é uma fonte de erros para o banco de dados, já na geração dos dados dos pontos *GOW*. A relevância dessa fonte é grande, quando levamos em conta o regime diferenciado de ventos da região leste, quando comparada tanto com a costa norte como sul do país, onde estão os pontos de calibração utilizados.

Quanto à qualidade dos pontos *DOW*, o documento temático do SMC (IH-CANTÁBRIA, 2013) menciona a ausência de dados de ventos com adequada resolução espacial e temporal requeridos para a obtenção de resultados realistas, a partir do *downscaling*. Dessa forma, a ausência de dados de ventos locais é possivelmente outra fonte de erros, dessa vez, para os dados disponibilizados nos pontos *DOW*, cujos valores já estavam imbuídos do primeiro erro mencionado.

Dessa forma, consideramos de grande importância para a continuidade da utilização do programa SMC-Brasil, pelo menos no que diz respeito ao setor costeiro estudado, a correção do banco de dados de ondas do programa.

Uma outra sugestão, que pode ser dada aos elaboradores do programa, é ampliar as formas de disponibilização dos resultados. Se os dados de correntes parciais geradas por ondas fossem disponibilizados de forma numérica, e não apenas gráfica, o usuário poderia processar em outro programa diferentes combinações de regime de ondas, a sua escolha, o que seria muito útil, sobretudo em uma perspectiva de mudanças climáticas, em que diferentes cenários de ventos e ondas podem ser aventados.

Ressaltamos mais uma vez as vantagens de ter um sistema de modelagem com banco de dados associados, como é o caso do SMC-Brasil, pela praticidade que oferece aos seus usuários. Contudo, diante da impossibilidade de se inserir dados de ondas no programa, bem como a impossibilidade de exportar resultados para posterior manipulação, urge a necessidade de um banco de dados de ondas de boa qualidade. Pela importância que o programa pode representar para a gestão costeira brasileira, entendemos que as autoridades públicas devem dar continuidade ao projeto, aprimorando ainda mais a qualidade do programa, a começar pela mencionada correção de seus bancos de dados de ondas.

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; SILVA, I. R. Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 72(2): 271-287, 2000.
- DHN. **Atlas de Cartas Piloto: Oceano Atlântico de Trinidad ao Rio da Prata**. 2a. Edição, Rio de Janeiro, 1993.
- DOMINGUEZ, J. M. L. (Org.) **Costa do Cacau**: Caracterização da zona costeira dos municípios de Uruçuca, Ilhéus, Una, Santa Luzia e Canavieiras. Salvador: CBPM/UFBA-PGG/LEC, 2008.
- DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P., MARTIN, L. Processos e riscos geológicos da planície quaternária e plataforma continental adjacente. In: DOMINGUEZ, J. M. L. (Org.) **Costa do Descobrimento**: Avaliação da potencialidade mineral e subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentável dos municípios de Belmonte, Santa Cruz de Cabrália, Porto Seguro e Prado. 2ª Ed. Salvador: CBPM, 2011, p. 153-169.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. – 1994 – Utilização de padrões de sedimentação costeira como indicadores paleoclimáticos naturais (proxies). **Revista Brasileira de Geociências**, 24(1):3-12.
- GIOC. Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas. **Manual del usuario Mopla 3.0**. Cantabria: Universidad de Cantabria y Dirección General de Costas, Ministerio de Meio Ambiente, 2003.
- HOGBEN, N.; LUMB, F. E., 1967. **Ocean wave statistics**. National Physical Laboratory, Ministry of Technology, Her Majesty's Stationary Office, London.
- IH-CANTÁBRIA. **Ondas**: Documento Temático. IHCANTABRIA, Universidad de Cantabria/UFSC/IO-USP, 155p. 2013a.
- MARTIN, L.; FLEXOR, J. M.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L. - 1984 – Registro do bloqueio da circulação atmosférica meridiana na geometria dos cordões litorâneos da costa brasileira. **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia**. Rio de Janeiro:133-144.
- MARTIN, L; DOMINGUEZ, J.; BITTENCOURT, A. C. D. S. P.. (1998). Climatic Control of Coastal Erosion during a Sea-Level Fall Episode. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 70. 248-266.
- NASCIMENTO, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; SANTOS, A. N.; DOMINGUEZ J. M. L. Deriva Litorânea ao Longo da Costa do Cacau, Bahia: Repercussões na Geomorfologia Costeira. **Revista Pesquisas em Geociências**, 34 (2): 45-56, 2007.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2ª Edição, Rio de Janeiro, 422 pp, 1989.
- OGANAUSKAS, I.; SILVA, I. R.; GUIMARÃES, J. K. Dinâmica costeira e processos erosivos em Corumbau (Litoral Sul da Bahia): um estudo de caso do SMC-Brasil. In: **II Congresso Ibero Americano de Gestão Integrada de Áreas Litorais. GIAL 2016, Florianópolis/SC. Anais do Congresso**. Florianópolis/SC, 2016. p. 426-427.



PEZZI, L.; SOUZA, R. B. Variabilidade de mesoescala e interação oceano-atmosfera no Atlântico Sudoeste. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 385-405.

RODRIGUES, Taís Kalil. **Impactos das Mudanças Climáticas na Zona Costeira do município de Aracaju-SE: Estudo de Caso Utilizando o SMC (Sistema de Modelagem Costeira)**. Bahia: Universidade Federal da Bahia, 2014. 144p. (Tese, Doutorado em Geologia).

SILVA, I. R., BITTENCOURT, A. C. S. P., DOMINGUEZ, J. M. L. e MARTIN, L. 2001. Principais padrões de dispersão de sedimentos ao longo da costa do descobrimento – Sul do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, 31 (3):335-340.

SILVA, I. R.; GUIMARAES, J. K.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; RODRIGUES, T. K.; ANDRADE NETO, G. F. Avaliação da dinâmica litorânea da região de Baixio/Barra do Itariri, litoral norte do Estado da Bahia, utilizando o Sistema de Modelagem Costeira (SMC-BRASIL). **Pesquisas em Geociências (online)**, v. 44, p. 221-234, 2017.

SILVA, I. R.; GUIMARÃES, J. K.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; RODRIGUES, T. K.; ANDRADE NETO, G. F.. Modelagens de clima de ondas e transporte sedimentar utilizando o SMC-Brasil: aplicações para a Praia do Forte, Litoral Norte do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, p. 743-761, 2016.

US NAVY. **Marine Climatic Atlas of the World v. IV (South Atlantic Ocean)**. Washington: US NAVY, 1978.

Aprovado em 16 de Abril de 2019